

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA
DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM INFORMÁTICA

Um Serviço de Suporte à Criação e Distribuição de
Conteúdo de Televisão em Redes IP

CARLOS EDUARDO SILVEIRA DIAS

João Pessoa – PB
Novembro de 2008

CARLOS EDUARDO SILVEIRA DIAS

Um Serviço de Suporte à Criação e Distribuição de
Conteúdo de Televisão em Redes IP

Dissertação apresentada ao Centro de Ciências Exatas e da Natureza da Universidade Federal da Paraíba, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Informática (Sistemas de Computação).

Orientador: Prof. Dr. Guido Lemos de Souza Filho

João Pessoa – PB

Novembro de 2008

D541u Dias, Carlos Eduardo Silveira.
Um serviço de suporte à criação e distribuição de conteúdo de
televisão em Redes IP / João Pessoa, 2008.
77p. : il.
Orientador: Guido Lemos de Souza Filho
Dissertação (Mestrado) – UFPB/PPGI
1. Informática. 2. Internet – canais de TV. 3. Criação –
Distribuição – Conteúdo de TV. 4. Redes IP. 5. Redes de Vídeo
Digital.

UFPB/BC

CDU: 004(043)

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais, Carlos Roberto de Araújo Dias e Laise Tereza Silveira Dias, em especial a minha mãe, que sempre me incentivou e aconselhou, em todos os momentos, a seguir vida acadêmica.

AGRADECIMENTOS

À minha família que, mesmo distante, deu o suporte necessário, e em especial a minha irmã Larissa, pela ajuda e apoio em João Pessoa.

À minha namorada, Milena Lins, pelo suporte emocional e compreensão durante minhas ausências.

À meu orientador, Guido Lemos de Souza Filho, por acreditar na minha competência e a Tatiana Aires Tavares, pela inestimável ajuda durante a escrita deste trabalho.

À Felipe Soares, Gregório Enrico, Anselmo Lacerda e Thiago Falcão pelo excelente trabalho realizado no Grupo de Trabalho de TV Digital.

Aos amigos do LAVID e da Mopa e a todos que direta e indiretamente ajudaram na conclusão deste trabalho.

RESUMO

Atualmente, as redes de dados, e de forma mais evidente a Internet, estão recebendo cada vez mais os fluxos de conteúdos multimídia oriundos da onda de convergência digital de serviços. Além dos tradicionais serviços de vídeo e áudio, a televisão tem se destacado como um novo recurso vinculado à Internet. Este trabalho propõe uma arquitetura que viabilize a criação de um serviço de distribuição de canais de TV, integrando conteúdo disponível na Internet e televisão.

O serviço proposto integra e adapta conteúdo heterogêneo, onde existe uma diversidade de formatos de codificação de vídeos. O serviço também trata informações sobre vídeos, ou seja, os metadados. Além disso, foi desenvolvida uma infra-estrutura de software e hardware que suporta a criação dos canais de TV para a Internet, através do uso de uma Ferramenta de Criação de Grade de Programação. Para criar o fluxo de vídeo do canal, o sistema de transcodificação converte os vídeos da Grade de Programação do canal em um fluxo único, contínuo e homogêneo, que é distribuído pela Rede de Vídeo Digital da RNP.

Por fim, apresentamos os resultados provenientes de um estudo de caso realizado na Rede de Vídeo Digital (RVD) da RNP, o RNPTV. Nesse estudo de caso, a interação com o serviço é feita através do Portal RNPTV, onde é possível criar os canais através da Ferramenta de Criação de Grade de Programação, além de acessar os canais disponíveis através de um *Web EPG (Electronic Programming Guide)*.

ABSTRACT

Currently the networks and, in a more evident form the Internet, are receiving more and more streams of multimedia contents derived from the wave of digital convergence of services. Besides the traditional services of video and audio, television has stood out as a new resource linked to the Internet. This research presents a proposal for architecture that can allow the creation of a distribution service of TV channels, integrating content available in the Internet and television.

The proposed service integrates and adapts heterogeneous content, where there exists a diversity of video formats. The service also handles information about videos, that is, the metadata. Besides this, an infra-structure of software and hardware that supports the creation of the TV channels for the Internet was developed, through the use of a tool for Creating Programming Guides. To create the video stream for the channel, the transcoding system converts the videos of the Programming Guide of the channel into a single, continuous and homogeneous stream, which is distributed by RNP's Digital Video Network.

Finally, we present results from a case study made on the Digital Video Network (DVN) of RNP, the RNPTV. In this case study, the interaction with the service is done through the RNPTV Portal, where it is possible to create channels through a tool for Creating Programming Guides, besides accessing the channels available through a Web EPG (Electronic Programming Guide).

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	13
1.1. Objetivos.....	14
1.2. Estrutura	15
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	16
2.1. Vídeo Digital	16
2.1.1. Formatos de Vídeo.....	17
2.1.1.1. MPEG-1.....	18
2.1.1.2. MPEG-2.....	19
2.1.1.3. MPEG-4.....	19
2.1.1.4. Windows Media Video (WMV).....	20
2.2. TV Digital.....	20
2.2.1. Serviços	21
2.2.1.1. Guia de Programação Eletrônico (EPG).....	22
2.2.1.2. TV Melhorada (Enhanced TV).....	23
2.2.1.3. Conteúdo sob Demanda.....	24
2.2.1.4. TV Personalizada.....	24
2.2.1.5. Internet @ TV	25
2.2.2. Metadados.....	25
2.2.2.1. XML	26
2.2.2.2. TV-Anytime	30
2.2.2.2.1. Modelo de Referência do TV-Anytime	31
2.2.2.2.2. Definição de Metadados do TV-Anytime.....	32
2.3. Distribuição de Conteúdo	34
2.3.1. Redes de Distribuição de Conteúdo	34
2.3.2. Distribuição de Vídeo	36
3. TRABALHOS RELACIONADOS	38
3.1. Plataforma para Distribuição de Conteúdo Multimídia (PDCM).....	38
3.1.1. Nós Interconectados em Redes.....	40
3.1.2. Servidor de Autenticação.....	40
3.1.3. Gerenciador de Sessões	41
3.1.4. Gerenciador de Sessões SIP	41
3.1.5. Portais	42
3.1.6. Servidores de Conteúdo.....	42
3.1.7. Sistemas Legados	43
3.1.8. Gateway de Web Services	43

3.2.	Research Channel	43
3.2.1.	Sistema de Gestão de Propriedade Digital (SGPD).....	43
3.3.	Análise Comparativa	46
4.	ARQUITETURA DO SERVIÇO PROPOSTO	49
4.1.	Produtor de Conteúdo	50
4.1.1.	Estação de TV	50
4.1.2.	Produção Independente.....	50
4.2.	Fornecedor de Conteúdo.....	51
4.2.1.	Distribuição de Conteúdo	51
4.2.2.	Fontes Externas	51
4.2.3.	Rádiodifusão	51
4.3.	Camada de Adaptação	52
4.3.1.	Codificação	52
4.3.2.	Metadados.....	53
4.3.2.1.	Metadados para Canal	54
4.3.2.2.	Metadados para Programa	55
4.3.2.3.	Metadados para Programação.....	55
4.4.	Camada de Distribuição.....	56
4.4.1.	Rede de Vídeo Digital	56
4.4.2.	Gerenciador de Metadados	58
4.5.	Camada de Apresentação.....	58
5.	ESTUDO DE CASO: RNPTV	60
5.1.	Base de Dados	61
5.2.	Gerenciador de Metadados	62
5.3.	VLC	64
5.4.	O Portal RNPTV.....	65
5.4.1.	Web EPG	67
5.4.2.	Sistema de Autenticação.....	67
5.4.3.	Geração de Canais	68
5.5.	Demonstração WRNP 2007	69
6.	CONCLUSÃO.....	71
6.1.	Resultados e Contribuições	71
6.2.	Trabalhos Futuros	72
6.2.1.	Personalização e Comunidades	72
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	74

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Zona de redundância temporal realçada nos quadros de um vídeo.....	17
Figura 2: Visualização das diferenças entre TV Analógica e TV Digital.	21
Figura 3: Exemplo de EPG. Fonte: www.mythth.org	23
Figura 4: Aplicação de Notícias da CNN para TV Melhorada. Fonte: www.informitv.com ...	24
Figura 5: Modelo de Referência do TV-Anytime.	31
Figura 6: Rede de Distribuição de Conteúdo.	35
Figura 7: Plataforma de Referência para Entrega de Conteúdo Multimídia.	38
Figura 8: Plataforma para Entrega de Serviços de Entretenimento e Mídia Digital	41
Figura 9: Arquitetura <i>DigitalWell</i> (Fonte: [33])	44
Figura 10: Modelo Conceitual.....	49
Figura 11: Dependência entre canal, programa e programação.	54
Figura 12: Arquitetura de distribuição de vídeo da RVD.....	57
Figura 13: Modelo Conceitual do RNPTV.....	60
Figura 14: Arquitetura do RNPTV.	62
Figura 15: Interação entre as camadas do sistema.....	63
Figura 16: Página Inicial do RNPTV.	66
Figura 17: Ferramenta de Geração de Grade de Programação.....	69
Figura 18: Arquitetura da Demonstração WRNP 2007.....	70

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Construção de Esquemas XML.	27
Tabela 2: Esquema XML (ShipOrder.xsd).....	28
Tabela 3: Instância do Esquema XML (ShipOrder.xml).....	29
Tabela 4. Categorias de Metadados do TV-Anytime.	33
Tabela 5: Tráfego de Vídeo na Internet entre 2006 e 2012. Fonte: [25]	36
Tabela 6: Comparativo entre os Sistemas.....	47
Tabela 7: Comparativo entre RNPTV e as plataformas de referência.	72

LISTA DE ABREVIACÕES

ADSL	Asymmetric Digital Subscriber Line
BSP	Broadcast Service Provider
CDN	Content Distribution Network
DCT	Discrete Cosine Transform
DRM	Digital Rights Management
DVD	Digital Video Disc
EPG	Electronic Program Guide
GTTV	Grupo de Trabalho de TV Digital
GTVD	Grupo de Trabalho de Vídeo Digital
HTML	Hyper Text Markup Language
IP	Internet Protocol
LDAP	Lightweight Directory Access Protocol
MMS	Multimedia Messaging Service
MPEG	Motion Picture Expert Group
N-VoD	Near Video on Demand
PKI	Public Key Infrastructure
PVR	Personal Video Recorder
PVR	Personal Video Recorder
RNP	Rede Nacional de Ensino e Pesquisa
SGML	Standard Generalized Markup Language
TV	Televisão
VCD	Video Compact Disc
VoD	Video on Demand
W3C	World Wide Web Consortium
WWW	World Wide Web
XML	Extensible Markup Language

1. INTRODUÇÃO

No contexto de convergência midiática vivido nos dias de hoje, o crescimento da demanda de aplicações multimídia foi quase que natural. Podemos observar esse fato nos meios de comunicação de todo o mundo, que na busca pela satisfação de sua clientela lançaram mão dos mais variados recursos multimídia ao invés de se limitar ao uso único de textos ou fotos. A exigência de serviços que aliem texto, imagens estáticas, áudio e vídeo tornaram-se comuns no mercado mundial de comunicação que se apóia hoje cada vez mais na tecnologia digital e no oferecimento de novos serviços como garantia de sucesso.

Dessa forma, podemos visualizar a Internet como sendo candidata natural a receber o fluxo oriundo da convergência digital de serviços que estamos passando. Entre tantos, um dos serviços que se destaca nessa empreitada é justamente a televisão, que, em sua dita "fusão" com a Rede, alia dois fatores mais relevantes para o sucesso mútuo: a quantidade de espectadores envolvidos no mercado televisivo e as possibilidades de velocidade e alcance dos serviços da Internet.

A transmissão de um canal de TV tem sua abrangência limitada por fatores físicos. Com o advento da Internet, surge a possibilidade de emissoras disponibilizarem sua programação através da Rede, o que, em teoria, potencializa seu poder de audiência. Com uma estrutura de grade de programação não-linear, com a incorporação de serviços como o vídeo sob demanda, ou a possibilidade de criação de grades de programação personalizadas, o espectador transforma-se em co-autor da programação, passando a ter mais autonomia sobre o que assiste, sem precisar necessariamente ser uma audiência passiva, esperando pelos horários dos programas.

A TV Digital presente em várias partes do mundo hoje, e no Brasil em sua fase inicial de implantação, permite ao telespectador o acesso a uma programação mais variada e com conteúdo de maior definição de imagem e som. Ao somar a interatividade à TV Digital, uma nova gama de serviços é inserida no contexto deste meio de transmissão de informação e conteúdo. Muitos desses novos serviços estão disponíveis corriqueiramente para os usuários da Internet.

Um usuário típico do serviço de TV vai à busca do conteúdo que lhe é apresentado por diversas emissoras de TV. E por trás da produção desse conteúdo existem profissionais que analisam e fazem a seleção e produção deste conteúdo. O usuário de TV geralmente tem suas opções de conteúdo limitado ao número de emissoras, além de não ter opção de fazer uma

programação adequada a seus gostos de acordo com os programas disponíveis pelas emissoras. Ou seja, o usuário de TV é um agente passivo, apenas recebendo o conteúdo que foi selecionado por outros, neste caso, a emissora de TV.

Se partirmos para a Internet, uma rede com vasta quantidade de conteúdo, os usuários têm muitas opções disponíveis. Neste contexto, os usuários têm que ir a busca do conteúdo de acordo com seus interesses. A procura de conteúdo por si só torna-se uma tarefa árdua para muitos usuários. Uma tendência na Internet são os engenhos de busca que disponibilizam informações agrupadas conforme os refinamentos da solicitação dos usuários.

Contudo a situação é agravada quando a informação que queremos buscar é multimídia. Hoje nos deparamos com *sites* especializados em buscar vídeos como YouTube [1], Google Video [2], entre outros. Esses locais virtuais se tornam pontos centrais de coleta de informação de todo o tipo e para todos os gostos. Porém, o serviço de distribuição de vídeo criado por essas redes de distribuição de conteúdo (CDN) muitas vezes não contempla a seleção de vídeos de maneira a formar uma programação, semelhante as das emissoras de TV.

Muitas vezes, usuários da Internet buscam locais onde exista um conteúdo pré-selecionado, que exija o mínimo de esforço para assisti-lo. Nesse contexto, a integração de canais de TV com a Internet, e também dos conceitos inerentes a esses dois serviços, tornam-se relevantes.

A Rede Nacional de Ensino e Pesquisa (RNP) desenvolveu projetos na área de distribuição de vídeo em Redes IP no Grupo de Trabalho de Vídeo Digital (GTVD), que também viabiliza e potencializa as transmissões de TV através da Internet. Dessa forma, esta infra-estrutura desenvolvida e disponível hoje é o cenário utilizado como referência para o desenvolvimento de um serviço que suporte a criação e distribuição de canais de TV em redes IP, alvo do presente trabalho.

1.1.Objetivos

Os usuários se relacionam de forma diferente com os serviços de TV e de Internet. O usuário de TV é mais passivo, apenas assiste uma programação fornecida por uma emissora. Já o usuário da Internet vai à procura do seu conteúdo áudio visual, fazendo a seleção do que mais lhe interessa em um determinado momento.

Nesse contexto o objetivo geral deste trabalho é propor um serviço de suporte a criação e distribuição de conteúdo de televisão em Redes IP, o qual integra a filosofia dos canais de TV com os novos serviços inerentes ao ambiente Web, especialmente no que tange

a distribuição de vídeo. Para atingir esse objetivo foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- Definir conceitos relacionados a integração de serviço de distribuição de TV e de vídeo na Internet;
- Definir uma arquitetura que modele a integração de canais de TV e serviço de distribuição de vídeo na Internet;
- Validar os principais módulos dessa arquitetura através de uma implementação de referência, priorizando a distribuição de vídeo.

1.2.Estrutura

Esta dissertação está organizada como se segue: o Capítulo 2 apresenta a fundamentação teórica necessária ao desenvolvimento do trabalho. O Capítulo 3 apresenta os trabalhos relacionados. O Capítulo 4 apresenta a arquitetura do serviço proposto. O Capítulo 5 apresenta a implementação de referência da arquitetura proposta bem como sua análise. As conclusões sobre o trabalho proposto são apresentadas no Capítulo 6.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O desenvolvimento de um serviço de criação e distribuição de canais de TV em redes IP, que alcance os objetivos elencados na seção 1.1, requer a integração de componentes multimídia desenvolvidos para atender soluções pontuais, tais como redes de vídeo sob demanda e/ou vídeo ao vivo, catalogação de metadados, produção e armazenamento de conteúdo digital, entre outros. Além disso, conceitos desenvolvidos para TV devem ser analisados e adaptados para um serviço que funcione no contexto da Internet. Isto porque os telespectadores e/ou usuários de TV e Internet esperam comportamentos diferentes para cada tecnologia: os telespectadores estão tipicamente acostumados a esperar o recebimento do conteúdo enquanto os usuários de Internet buscam pela informação que desejam.

2.1. Vídeo Digital

Um vídeo é dito digital quando o sistema de gravação o codifica valendo-se apenas de 0s (zeros) e 1s (uns), ou seja, utilizando o alfabeto binário [3]. A representação do vídeo é codificada digitalmente, e não analogicamente. Um vídeo digital é geralmente gravado em uma fita e depois redistribuído em sistemas de armazenamento ótico. Há também a possibilidade de se digitalizar um vídeo analógico, assim como também existem equipamentos que gravam vídeos digitais em outros dispositivos de armazenamento (DVD, em cartões de memória, disco rígido, etc.) [3].

Classificar um vídeo como digital não determina que o mesmo tenha sofrido algum tipo de compressão, simplesmente define que todas as informações relacionadas ao mesmo estão codificadas em alfabeto binário.

Codificar um vídeo digital significa utilizar um padrão de forma a gravar e recuperar um vídeo, digitalmente. Dependendo da qualidade do vídeo, ou seja, da quantidade de informações que serão armazenadas e/ou transmitidas, um vídeo apenas convertido para forma binária pode demandar muita memória (para armazenamento) e largura de banda (para transmissão). Para diminuir essa demanda, faz-se necessária a compressão dos dados de um vídeo.

Existem vários métodos para compressão de dados digitalmente descritos, porém um vídeo possui características específicas que podem ser exploradas para criação de técnicas mais eficientes de compressão, visando fidelidade quando da recuperação dos dados comprimidos.

Para compressão das imagens de um vídeo, podemos imaginá-lo como uma matriz de três dimensões de *pixels* coloridos. Duas dimensões atendem as direções espaciais das imagens e uma dimensão representa o domínio tempo. Dados referentes à descrição de um vídeo possuem redundância espacial e temporal. Assim, um método de codificação inteligente armazena as diferenças em um quadro (redundância espacial) e entre quadros (redundância temporal, Figura 1).

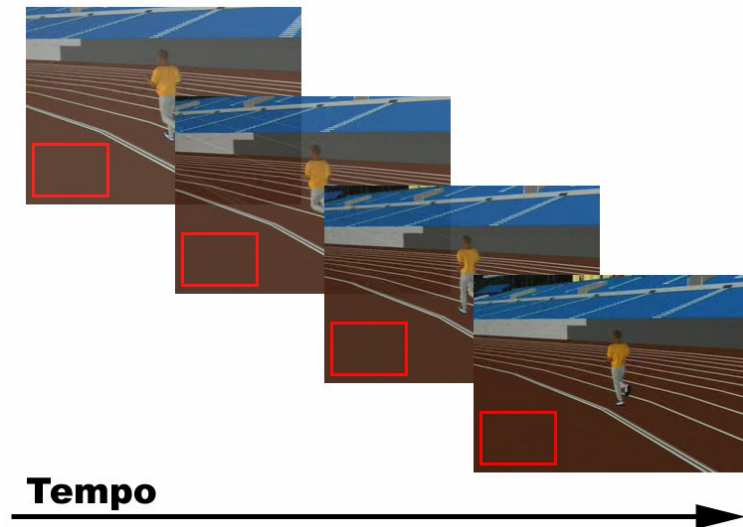


Figura 1: Zona de redundância temporal realçada nos quadros de um vídeo.

Para eliminar essas redundâncias e assim diminuir a quantidade de informação, facilitando armazenamento e transmissão do vídeo, usa-se compressão com perda. Técnicas de compressão de imagens (como a DCT, *Discrete Cosine Transform*) são aplicadas nos quadros do vídeo a fim de reduzir a redundância espacial (compressão intra-quadro) e técnicas como a de compensação de movimento são utilizadas para diminuir a redundância temporal (compressão inter-quadro).

Para a compressão do áudio em um vídeo técnicas como *sampling* e quantização são utilizadas, e tem como parâmetro a qualidade do áudio desejada, visto que são técnicas onde informações podem ser perdidas.

2.1.1. Formatos de Vídeo

Existem diversos tipos de padrões de compressão de dados, porém podemos classificá-los em duas categorias distintas: padrões de compressão para armazenamento e padrões de compressão para transmissão (*streaming*). Além disso, alguns métodos de compressão atendem a características específicas de um determinado ambiente (exemplo, vídeo para

celulares). Alguns dos parâmetros para avaliação de uma determinada técnica são: carga de processamento (para compressão e descompressão), disponibilidade de memória (para armazenamento ou buferização), resolução do vídeo (para reprodução em dispositivos compatíveis), etc. A harmonização desses parâmetros define a qualidade de uma técnica. Apresentaremos aqui algumas das técnicas mais utilizadas, principalmente:

- MPEG-1 – utilizada nos VCDs (*Video CD*), qualidade comparada a de um vídeo armazenado em VHS [4].
- MPEG-2 – utilizada nos DVDs (*Digital Video Disc*) além de na maioria das transmissões de TV digital disponíveis [5].
- MPEG-4 – padrão MPEG que pode ser utilizado para internet, transmissão, e armazenamento. Possui codificação orientada a objeto [6].
- WMV – (*Windows Media Video*) padrão da Microsoft, adaptável para vídeos desde acessíveis pela internet através de conexão discada até vídeos de alta resolução (HD, *High Definition*). Seu desenvolvimento foi baseado no MPEG-4 [7].

2.1.1.1. MPEG-1

O MPEG (*Moving Pictures Expert Group*) é um grupo de trabalho da ISO (*International Organization for Standardization*) em parceria com a IEC (*International Electrotechnical Commission*). Esse grupo de trabalho foi encarregado pelo desenvolvimento de padrões de codificação de áudio de vídeo. Desde sua primeira reunião em 1988 em Hanover, na Alemanha, o grupo cresceu ao ponto de incluir aproximadamente 350 membros de várias instituições acadêmicas e não acadêmicas.

O MPEG-1 é utilizado nos VCDs, possuindo qualidade similar à de uma fita VHS. As definições MPEG-1 consistem de algumas partes, são elas: Sincronização e multiplexação de vídeo e áudio, *Codec* de compressão para sinais de vídeo não entrelaçados, *Codec* de compressão para codificação perceptual de sinais de áudio (dividido em três camadas), procedimentos de teste de conformidade e softwares de referência.

O padrão MPEG-1 foi inicialmente desenvolvido para suportar taxas de 1.5 Mbit/s com resolução de 352 x 240 *pixels*. Melhorias feitas mais tarde aumentaram a taxa máxima para 4 Mbit/s, com intuito de melhoria na qualidade do vídeo. Atualmente o MPEG-1 é o formato mais compatível de vídeo que existe, sendo possível de ser reproduzido em qualquer computador pessoal e tocadores de DVD/VCD.

2.1.1.2. MPEG-2

MPEG-2 é tipicamente usado para codificar áudio e vídeo para transmissão, incluindo transmissão via satélite e TV a cabo. O padrão MPEG-2, com algumas modificações, também é utilizado para codificar vídeo em DVDs.

MPEG-2 inclui uma parte de Sistemas (MPEG-2 *Systems*, parte 1) que define um mecanismo de transporte (*Transport Streams*) para transmissão de áudio e vídeo através de mídia não confiável, utilizado em transmissões digitais (*broadcast*).

A parte 2 das definições de vídeo do MPEG-2 é similar ao MPEG-1, porém também dá suporte a vídeo entrelaçado (formato esse utilizado para transmissão de TV). MPEG-2 não é otimizado para baixas taxas (menos de 1 Mbit/s), mas supera o MPEG-1 em taxas superiores a 3 Mbit/s. Decodificadores com suporte a MPEG-2 também são compatíveis com MPEG-1. O MPEG-2 também é utilizado para codificação de vídeos de alta resolução (HDTV).

A parte 3 das definições (áudio) melhora definições feitas no MPEG-1, permitindo a codificação de programas de áudio com mais de dois canais. A compatibilidade retroativa com decodificadores de áudio MPEG-1 permite que os mesmos decodifiquem os dois canais principais de áudio.

2.1.1.3. MPEG-4

MPEG-4 absorveu muitas das características das definições MPEG-1 e MPEG-2 e outros padrões relacionados, adicionando novas funcionalidades tais como o suporte a VRML (*Virtual Reality Modeling Language*) para renderização 3D, arquivos compostos orientados a objetos (incluindo áudio, vídeo e objetos VRML), e vários tipos de interatividade.

O sucessor na sequência lógica dos padrões ISO seria o MPEG-3. A idéia do MPEG-3 era produzir um padrão para vídeo HDTV entre taxas de 20 a 40 *mbits*. Contudo, os resultados esperados para o MPEG-3 foram obtidos com modificações no padrão MPEG-2. Então o padrão de vídeo HDTV foi inserido no MPEG-2 e o MPEG-3 foi descontinuado.

A maioria das características encontradas no MPEG-4 foi deixada para desenvolvedores independentes, portanto é provável que não exista nenhuma implementação completa das definições MPEG-4. Para flexibilizar o uso das definições, são criados conceitos como perfis (*profiles*) e níveis (*levels*), permitindo que um conjunto de definições possa ser utilizado separadamente por aplicações. O uso primário previsto para o MPEG-4 é a transmissão na web (*streaming*), aplicações conversacionais (vídeo conferência) e transmissões de televisão.

A parte 2 das definições MPEG-4 (Visual) possui mais de vinte perfis, destacando-se dois: o *Simple Profile* e o *Advanced Simple Profile*. O *Simple Profile* é voltado para dispositivos com baixo poder de processamento, como celulares. O *Advanced Simple Profile* é usado como base para compressão de vídeo em *codecs* como DivX, XviD, WMV, etc.

A parte 10 das definições do MPEG-4 referem-se a codificação de vídeo H.264. Basicamente o H.264 permite a codificação de vídeo com a mesma qualidade do MPEG-2, porém usando menos *bits*. A menor necessidade de *bits* para representação do vídeo torna possível o uso do H.264 em novas aplicações e serviços, como IPTV.

2.1.1.4. Windows Media Video (WMV)

Windows Media Video (WMV) [7] é o nome dado ao conjunto de tecnologias de transmissão e armazenamento de vídeo da Microsoft, como parte do *framework* Windows Media. A implementação do padrão utiliza, desde sua versão 7, uma implementação própria do MPEG-4 Parte 2. O fluxo de vídeo é comumente combinado com um fluxo de áudio *Windows Media Audio* (WMA).

Arquivos WMV podem ser empacotados utilizando os formatos *container* AVI (*Audio Video Interleave*) ou ASF (*Advanced Systems Format*).

O AVI foi inicialmente desenvolvido pela Microsoft, em 1992, como parte da tecnologia *Video for Windows*. Arquivos AVI contêm dados tanto de áudio quanto de vídeo, de forma que possam ser simultaneamente executados. Arquivos AVI podem empacotar vídeo puro (*raw, full frames*), *Motion JPEG* (MJPEG), MPEG-4, XviD, DivX, etc.

O ASF é uma tecnologia proprietária da Microsoft, especialmente desenvolvida para transmissão (*streaming*) de mídia. ASF é parte do *Windows Media framework*. Esse formato *container* não especifica como vídeo deve ser codificado, o que significa que basicamente, um ASF pode conter vídeos em qualquer formato (*codec*).

A Microsoft submeteu a versão 9 do *codec* para a *Society of Motion Picture and Television Engineers* (SMPTE) para aprovação como padrão internacional (o nome utilizado para o *draft* do padrão para revisão foi VC-1). Essa nova versão dá suporte a codificação de vídeos de alta resolução, que a Microsoft chama de WMV HD.

2.2. TV Digital

De forma geral, um sistema de Televisão Digital consiste de uma estação transmissora, um meio físico sobre o qual o sinal é transmitido, que pode ser o ar ou através

de meios físicos guiados (cabo coaxial, fibra óptica etc.), e um receptor responsável por receber o sinal transmitido, decodificá-lo e exibi-lo [8].

De forma mais detalhada, a TV Digital usa técnicas de codificação digital para transportar informações de áudio e vídeo, bem como dados, para o receptor do telespectador. Apesar dos sinais usados para transmissão serem analógicos, a informação contida nessas transmissões consiste somente de dados digitais modulados em uma portadora de sinal analógica [9].

Em uma análise mais superficial, os sistemas de TV Digital não introduzem muita diferença em relação ao analógico, do ponto de vista do telespectador, uma vez que o mesmo tem acesso a um canal e a uma programação. Contudo, a TV Digital revela um novo conceito de serviços de televisão, que eleva as possibilidades de interação do telespectador. Esse cenário é ilustrado na Figura 2.

Nas transmissões analógicas, os serviços (programas de TV) são apresentados linearmente de acordo com um mapa de programação fixo. A TV Digital quebra este paradigma de programação linear, permitindo a reserva e o uso de serviços independentemente do agendamento dos programas pela emissora de TV [10].

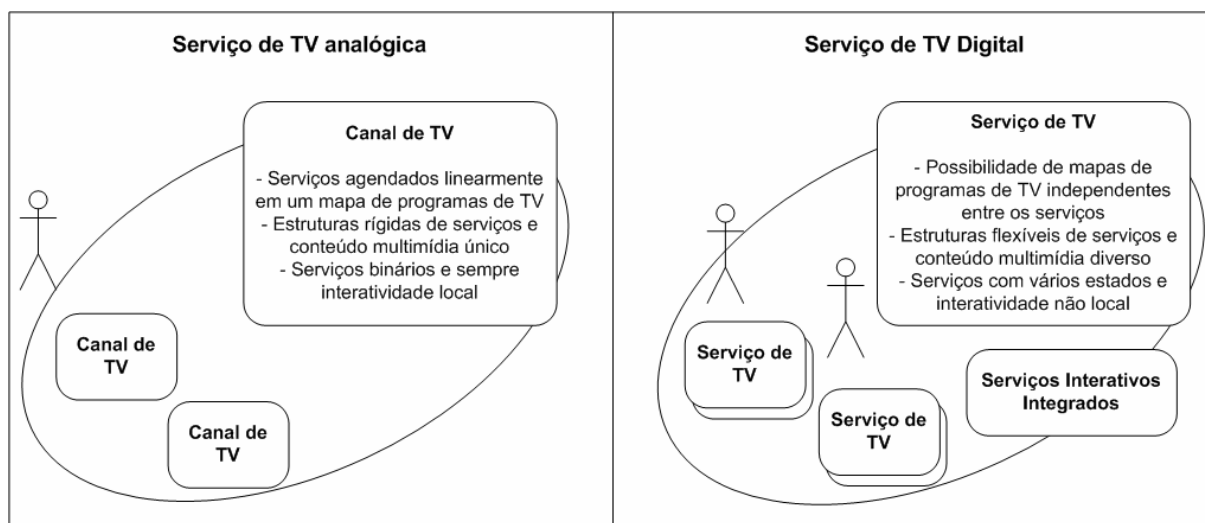


Figura 2: Visualização das diferenças entre TV Analógica e TV Digital.

2.2.1. Serviços

Há inúmeras tentativas de categorizar a informação a ser fornecida pelos serviços de TV Digital. A maioria das classificações baseia-se no domínio das aplicações ou no tipo de conteúdo. Nesse contexto, a informação ser disponibilizada pelos serviços pode ser categorizada da seguinte maneira [11]:

- Informação (serviço de emergência, informações turísticas, informações governamentais, jornais eletrônicos, biblioteca, guias eletrônicos);
- Navegação (Guia Eletrônico de Programação, engenhos de busca);
- Entretenimento (Transmissões de Rádio e TV, vídeo sob demanda (VoD), N-VoD, música sob demanda);
- Transações (Bancos, serviços financeiros, comércio eletrônico);
- Comercial (Catálogos eletrônicos, páginas amarelas, informações sobre produtos);
- Jogos (Jogos sob demanda, jogos em rede, *download* de jogos);
- Educação (*Tele-learning*, bibliotecas, ajuda com trabalhos de casa);
- Trabalho (Trabalho em casa, trabalho cooperativo, *groupware*);
- Serviços de Comunicação (*E-mail*, telefonia (voz e vídeo), vídeo conferência);
- Conectividade com a Internet (Navegação na *Web*, *webcasting*);
- Comunidades (Conversação, grupos de notícias, serviços de relacionamento, mundos virtuais);
- Serviços sociais (Informação sobre saúde, tele-consultas, agendamento de consultas);
- Segurança e Controle (Prevenção contra roubo, automação residencial);

Baseado na categorização das informações, a TV Digital oferece vários serviços (aplicações) que permitem que o usuário de TV acesse e interaja com as informações e/ou conteúdo televisivo. Dentre outras aplicações da TV Digital, podemos destacar: Guia de Programação Eletrônico (EPG), TV Melhorada (*Enhanced TV*), Conteúdo sob Demanda, TV Personalizada e Internet@TV [11].

2.2.1.1. Guia de Programação Eletrônico (EPG)

EPG são guias eletrônicos que disponibilizam as informações dos programas na tela da TV. Os EPGs são baseados em técnicas de computação gráfica ou interfaces avançadas. O modelo mais comum de interface de EPG utiliza vários menus e procuras rápidas de programas atuais ou futuros (*Now and Next*), o que auxilia os telespectadores na navegação de canais e na identificação do conteúdo desejado (Figura 3). Portanto, o EPG permite ao usuário obter uma lista de programas, organizado por tempo, canal, categoria, gênero, tópicos, atores, etc. ou visualizar a descrição individual de programas [11].

EPGs avançados podem conter:

- Mecanismo de busca;
- Agendamento de programas;

- Gravação automática de programas;
- Interface customizável;
- Agentes inteligentes que sugerem programação ao usuário.

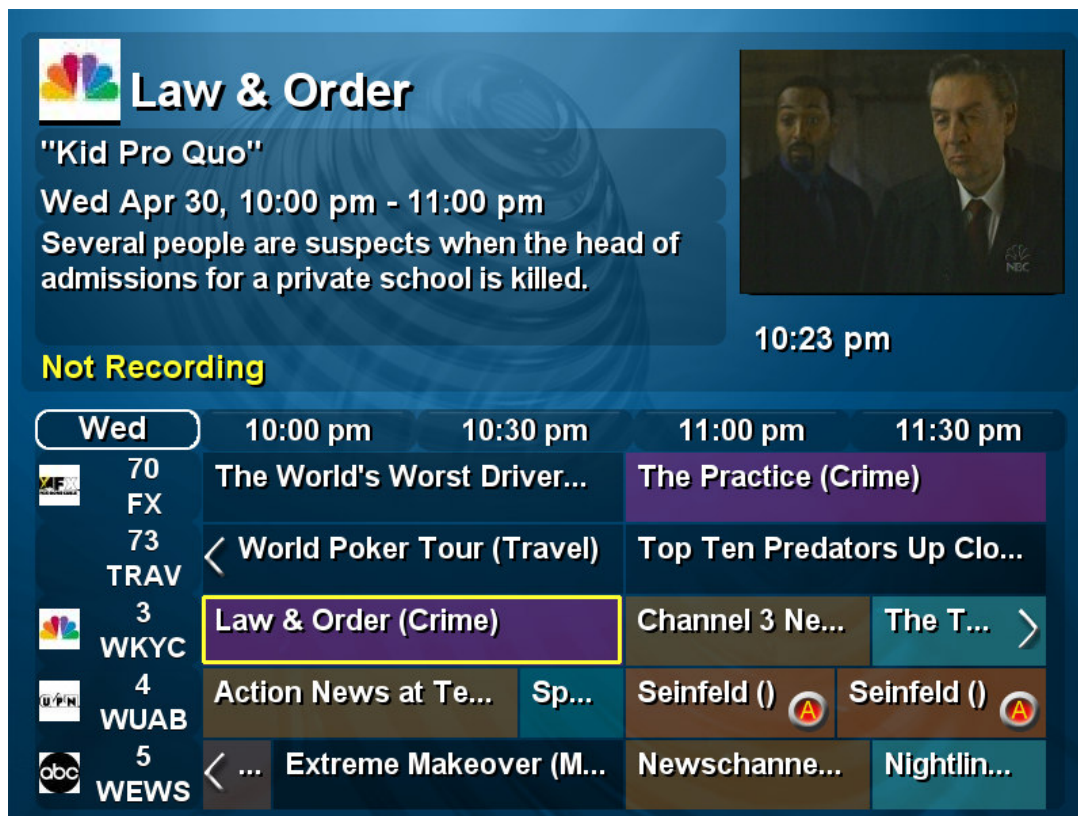


Figura 3: Exemplo de EPG. Fonte: www.mythth.org

2.2.1.2. TV Melhorada (Enhanced TV)

A TV Melhorada refere-se a qualquer tipo de conteúdo – textos, gráficos ou vídeos – que é exibido sobre o fluxo de vídeo principal do serviço e acessado interativamente [11]. Pode conter elementos sincronizados com o fluxo da programação, de maneira que os usuários possam acessar dados durante a programação ou em diferentes pontos da programação, como estatísticas de programas de esportes ou informações sobre atores em filmes ou *shows*. Já o conteúdo incrementado chamado independente de programação inclui serviços como previsão do tempo, notícias ou catálogo de produtos.

A TV Incrementada pode ser considerada um exemplo de interatividade local, ou seja, a interação é feita entre o usuário e o conteúdo baixado para o receptor [11]. Por exemplo, a aplicação da CNN para TV Melhorada (Figura 4) permite serviços de notícias interativos, apresentando as últimas notícias e imagens do *site* cnn.com, em conjunto com a programação de televisão da CNN.



Figura 4: Aplicação de Notícias da CNN para TV Melhorada. Fonte: www.informitv.com

2.2.1.3. Conteúdo sob Demanda

Ao contrário do modelo tradicional de TV, onde o usuário espera o conteúdo apresentado pela emissora, o conteúdo sob demanda inverte esse papel, ou seja, o usuário pode interagir com o conteúdo através de mecanismos de busca disponibilizado pela TV. Dessa forma, o usuário passa a ter poder de decisão sobre o conteúdo que ele deseja ver.

Como conteúdo sob demanda disponível para os meios de transmissão da TV, destaca-se o Vídeo sob Demanda (Video on Demand – VoD) e o Quase Vídeo sob Demanda (Near Video on Demand – N-VoD). Vídeo sob demanda é a recepção de um conteúdo (de vídeo) de acordo com a solicitação individual do usuário, o que permite o acesso ao conteúdo em qualquer momento. O conteúdo é entregue para o usuário diretamente, sem períodos de espera [11]. Já o *quase vídeo sob demanda* trata da transmissão contínua da mesma programação em múltiplos canais ou em intervalos de tempo alternados [11]. Isto é o que acontece nos canais *Pay-Per-View*, onde a programação é contínua, porém o usuário compra o programa de um determinado horário. Neste caso, é necessário esperar um intervalo de tempo (por isso o “quase”) entre a compra do programa e o horário da exibição.

2.2.1.4. TV Personalizada

A personalização de TV consiste de um grupo de aplicações ou de recursos interativos, combinados de maneira a fornecer aos usuários meios de alterar a apresentação do conteúdo transmitido [11].

A personalização pode existir de várias maneiras diferentes. Um sistema de PVR (*Personal Video Recorder*) atua como um meio de personalização, na medida em que permite ao usuário parar o fluxo normal da programação, como por exemplo, um filme, agendar gravação de programas, dentre outros recursos.

Outra manifestação de personalização vem da maneira como o usuário pode alterar, em tempo real, a visualização do conteúdo que está sendo transmitido. Mudanças de ângulos de câmera dão liberdade ao usuário de atuar como o diretor, escolhendo como visualizar o conteúdo recebido.

Em sistemas mais complexos, a personalização pode ser feita por sistemas adaptativos, ou seja, as interações do usuário são armazenadas e analisadas pelo sistema de forma a sugerir conteúdo adequado ao perfil do usuário. Este é um tipo de personalização guiada pela emissora. Já sistemas em que o usuário é quem explicitamente seleciona o conteúdo são classificados como personalizáveis [11].

2.2.1.5. Internet @ TV

A Internet pela TV torna possível ao usuário usufruir pela TV de recursos disponíveis normalmente através do uso de um PC conectado à Internet, como e-mail, mensagens instantâneas, navegar pela *web*, conversas eletrônicas (*chats*), entre outros [11].

O uso da Internet pela TV acrescenta à TV Digital grande quantidade de informação e serviços fornecidos pela Internet. Também está diretamente relacionado com serviços de comunicação, *chat* e mensagens disponíveis através de serviços e aplicações para TV Digital.

2.2.2. Metadados

Metadados, segundo Velluci, é um “(...) dado que descreve atributos de um recurso, caracteriza suas relações, apóia sua descoberta e uso efetivo, e existe em um ambiente eletrônico. Usualmente consiste em um conjunto de elementos, cada qual descrevendo um atributo do recurso, seu gerenciamento, ou uso.” [12]

Os padrões atuais de TV Digital estão focados puramente na definição de metadados rígidos (sem flexibilidade de mudança ou adaptação), fáceis de manipular, analisar, criar [10]. Contudo, para a TV Digital fornecer serviços mais complexos do que simples EPGs, novos tipos de metadados, mais flexíveis, precisam ser utilizados.

O W3C é um fórum criado para estudar e moldar o futuro desenvolvimento da *World Wide Web* (WWW). O fórum é responsável por várias especificações de metadados, garantindo interoperabilidade. Dentre as linguagens para especificação de metadados mais

comumente usadas estão a HTML [13] e XML [14]. Devido à adoção generalizada do padrão XML, este se tornou a base para outros padrões de metadados para TV Digital, como MPEG-7 [15] e MPEG-21 [16].

O W3C elaborou a seguinte classificação para definição de metadados, de acordo com a funcionalidade e propósito [10]:

- Uso para Internet: implementação de serviços em receptores com canal de retorno, como por exemplo, para uso de serviços na Internet (exemplo: *browser* HTML em um receptor de TV Digital);
- Serviços de difusão: encapsulamento de serviços em um fluxo de difusão de conteúdo (exemplo: instância de um arquivo XML para ser usado como parâmetros de configuração de um serviço);
- Conjunto de ferramentas básicas para outros padrões de metadados: as definições de metadados do W3C podem ser usadas como fonte para novos padrões de metadados (exemplo: esquemas XML foram selecionados como a base para o padrão MPEG-7).

Em geral, a utilização dos padrões de metadados do W3C é focada em serviços que necessitam de canal de retorno nos receptores (ex. *modem*, cabo, ADSL, etc.). Também, muitos dos padrões exploram diferentes tipos de serviços e cenários de aplicações. Contudo algumas características são comuns a eles, são estas [10]:

- Incluem tipos de dados pré-existent ou definidos pelo usuário;
- Identificação única através da sinalização de *namespaces* não ambíguos;
- Reusabilidade e fácil integração em arquiteturas baseadas em XML;
- Eventos e representação em árvore da representação dos metadados ou intercâmbio de metadados.

2.2.2.1. XML

XML [14] é uma coleção de padrões baseados na SGML [17]. SGML foi basicamente projetado para uso em publicação digital e se manifesta hoje em dia em muitas definições de metadados baseadas em XML. O W3C prevê as seguintes funcionalidades básicas para o XML [10]:

- Transformação e representação de metadados;
- Ligação e pesquisa de metadados;
- Linguagem de definição de metadados.

A instanciação de documentos XML pode ser feita a partir da criação de esquemas XML. Um esquema XML define a saída, as estruturas e tipos de dados de um documento XML. A Tabela 1 apresenta os tipos de dados básicos para definir esquemas e instanciar documentos XML:

Construção	Subconstruções	Exemplo
Identificador	<i>Namespace</i>	<code>xmlns:mpeg7=HTTPS://...</code>
	referências intra-documentos	<code><... id="element10".../</code>
Tipos	tipos principais	
	tipos simples	elemento
	tipos complexos	elemento com filhos e atributos
	tipos pré-definidos	float, double, integer, tokens, strings, etc.
Estruturas	Elementos	<code><element name="Image">...</element></code>
	atributos	<code><attribute name="ID" type="xs:string"/></code>
	tipos derivados	<code><extension base="string">...</extension></code>
	construtores compostos	<code><group name="contacts">...</group></code>

Tabela 1: Construção de Esquemas XML.

- *Identificador*: identificação não ambígua de todo o esquema XML e os seus subcomponentes. O esquema XML é construído através de atribuição única de *namespaces* (contextos) e identificação intra-documento a partir de um conjunto de identificadores.
- *Tipos*: definições podem ser divididas em *tipos principais* e *tipos pré-definidos*. Definições de tipos principais pertencem a *tipos simples* que não permitem elementos filhos ou atributos. *Tipos complexos* permitem elementos filhos ou atributos. *Tipos pré-definidos* fornecem um conjunto básico de ferramentas para criar definições de tipos ou instanciar arquivos XML.
- *Estruturas*: são construtores para estender, separar ou agrupar componentes já definidos em um documento de várias maneiras. *Elementos* são atribuídos a um tipo e *atributos* são atribuídos a um tipo de dado ou a uma parte dos elementos. *Tipos derivados* podem estender ou restringir definições de tipos e *construtores compostos* para agrupamento de elementos ou construções.

Apesar da definição de esquemas XML para instanciação de documentos XML, não é necessário um esquema de validação. Conhecendo-se o conjunto de identificadores, é possível se instanciar um documento XML. Contudo, sem um esquema para validar as entradas

definidas, o documento XML torna-se inconsistente. A Tabela 2 apresenta um exemplo de esquema XML e a Tabela 3 a instanciação de um arquivo XML baseado no esquema da Tabela 2.

Na Tabela 2, a linha (1) especifica a codificação do documento e o número de versão do esquema XML. A linha (2) especifica o *namespace*, ou seja, contexto para as palavras, nomes e termos utilizados para a criação do esquema. As linhas seguintes tratam da especificação do esquema XML, definindo alguns tipos, elementos e estruturas descritos na Tabela 1.

```
(1) <?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
(2) <xs:schema xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema">
(3)   <xs:element name="shiporder">
(4)     <xs:sequence>
(5)       <xs:element name="orderperson" type="xs:string"/>
(6)       <xs:element name="shipto">
(7)         <xs:sequence>
(8)           <xs:element name="name" type="xs:string"/>
(9)           <xs:element name="address" type="xs:string"/>
(10)          <xs:element name="city" type="xs:string"/>
(11)          <xs:element name="country" type="xs:string"/>
(12)        </xs:sequence>
(13)      </xs:element>
(14)      <xs:element name="item" maxOccurs="unbounded">
(15)        <xs:sequence>
(16)          <xs:element name="title" type="xs:string"/>
(17)          <xs:element name="note" type="xs:string" minOccurs="0"/>
(18)          <xs:element name="quantity" type="xs:positiveInteger"/>
(19)          <xs:element name="price" type="xs:decimal"/>
(20)        </xs:sequence>
(21)      </xs:element>
(22)    </xs:sequence>
(23)    <xs:attribute name="orderid" type="xs:string" use="required"/>
(24)  </xs:element>
(25) </xs:schema>
```

Tabela 2: Esquema XML (ShipOrder.xsd)

Ainda na Tabela 2, a linha (3) define um elemento simples chamado *shiporder*, que por sua vez define uma seqüência (4) e um tipo obrigatório pré-definido *string* (23), chamado *orderid*. A seqüência elemento *shiporder* é composta por três elementos: *orderperson* (5), *shipto* (6) e *item* (14). O elemento *orderperson* é do tipo *string*, enquanto que os tipos *shipto* e *item* são novas seqüências de elementos. A primeira seqüência de *shipto* é definida na linha (7) e contém quatro elementos simples, do tipo *string*: *name* (8), *address* (9), *city* (10), *country* (11). A outra seqüência, *item*, possui um atributo adicional, chamado *maxOccurs*, que define o número máximo de ocorrências de um elemento em um documento XML. Aqui, *maxOccurs* está definido como *unbounded*, o que implica não existir um número máximo de ocorrências de *item*. Seguem-se quatro elementos que compõem a seqüência *item*: *title* (16) e

note (17) do tipo *string*, sendo que o elemento *note* tem o atributo adicional *minOccurs*, identificando o número mínimo de ocorrências do elemento. Finalizando a sequência, temos *quantity* (18), do tipo inteiro positivo e *price* (19), do tipo decimal. As linhas (20), (21), (22), (24) e (25) concluem a definição do esquema XML.

A Tabela 3 apresenta uma instância do esquema XML descrito pela Tabela 2. Uma instância de um esquema apresenta elementos e valores associados, de acordo com a especificação do esquema. Caso algum elemento ou valor esteja em desacordo com o especificado, a validação da instância a partir do esquema irá reportar erros.

(1)	<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
(2)	<shiporder orderid="889923"
(3)	xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
(4)	xsi:noNamespaceSchemaLocation="shiporder.xsd">
(5)	<orderperson>John Smith</orderperson>
(6)	<shipto>
(7)	<name>Ola Nordmann</name>
(8)	<address>Langgt 23</address>
(9)	<city>4000 Stavanger</city>
(10)	<country>Norway</country>
(11)	</shipto>
(12)	<item>
(13)	<title>Empire Burlesque</title>
(14)	<note>Special Edition</note>
(15)	<quantity>1</quantity>
(16)	<price>10.90</price>
(17)	</item>
(18)	<item>
(19)	<title>Hide your heart</title>
(20)	<quantity>1</quantity>
(21)	<price>9.90</price>
(22)	</item>
(23)	</shiporder>

Tabela 3: Instância do Esquema XML (ShipOrder.xml)

O que a instância XML apresenta é, basicamente, uma ordem de compra e envio (2), composta de um comprador (5), um endereço de entrega (6) ao (10), contendo dois itens (12) ao (22).

Na Tabela 3, a linha (1) define o esquema de codificação utilizado na instância XML. De maneira semelhante a um arquivo de esquemas, é necessária a especificação de um *namespace*, que é feito na linha (3) e, adicionalmente, a especificação de um esquema de validação, definido na linha (4). A instância XML começa na linha (2) com a definição *shiporder* e o tipo obrigatório *orderid*, associado a um valor, neste caso 889923. Logo em seguida, são instanciados elementos *orderperson* (5), *shipto* (6) e *item* (12) e (18) e seus respectivos valores. Em *shipto* (6) temos os campos *name* (7), *address* (8), *city* (9) e *country* (10). A instância é composta de dois itens, possibilidade garantida pelo esquema quando foi

definido *maxOccurs* para o elemento *item* na linha (14) da Tabela 2. O primeiro *item* (12) tem todos os elementos definidos no esquema XML, *title* (13), *note* (14), *quantity* (15) e *price* (16) enquanto que o segundo *item* (18) não possui o elemento *note*. Isto porque o esquema da Tabela 2 define através do atributo *minOccurs* que o elemento *note* pode não ser instanciando em um esquema XML.

Como a instância do esquema XML possui referência a um esquema de validação, os dados inseridos são validados de acordo com o esquema XML. Por exemplo, colocar no campo *price* (16) o valor “dez ponto noventa” causará um erro durante uma validação.

2.2.2.2. TV-Anytime

A proposta do TV-Anytime é criar novas possibilidade para as aplicações em receptores de TV Digital explorando armazenamento e persistência locais, envolvendo entrega independente da rede, interoperabilidade, integração em sistemas existentes e, ainda, a especificação das estruturas de segurança necessárias [18].

O grupo de desenvolvimento do TV-Anytime focou em diferentes aspectos do padrão: modelo de negócios, sistema, interfaces de transporte e referência de conteúdo, metadados, proteção e gerenciamento de direitos. Por questões de interoperabilidade, o Fórum do TV-Anytime adotou o XML (*eXtensible Markup Language*) como formato de representação dos metadados, devido às suas vantagens em permitir extensões, dar suporte à separação entre dados e aplicação, ser largamente utilizada e a existência de diversas ferramentas para tratamento e desenvolvimento.

A definição formal da sintaxe dos metadados é dada por meio de esquema XML, desenvolvido com a linguagem XML *Schema* da W3C [13]. O esquema desenvolvido pelo TV-Anytime utiliza alguns esquemas especificados no padrão MPEG-7, principalmente no que se refere à descrição de mídias [18].

O TV-Anytime é baseado nas seguintes características e funcionalidades [10]:

- Definição de metadados orientada ao consumidor para intercâmbio de metadados entre o provedor de serviços (SP), provedor do serviço de distribuição (BSP) e a rede consumidora dos serviços multimídia, com ou sem canal de retorno;
- Grande aceitação em processos de padronização comuns (ex.: DVB, ETSI), incluindo implementações de referência e experimentos;
- As fases do TV-Anytime (publicação, busca, seleção, localização, aquisição, visualização e finalização) permitem fácil integração nos fluxos de trabalho dos modelos atuais de sistemas de transmissão digital;

- Aplicável tanto em padrões focados para TV Digital quanto em esquemas mais avançados de metadados.

2.2.2.2.1. Modelo de Referência do TV-Anytime

O processo de criação e evolução de metadados para um item de conteúdo individual pode envolver muitas organizações no decorrer da criação, distribuição e entrega ao consumidor. Então há uma clara necessidade de definir um modelo comum de metadados e um conjunto padrão de elementos de metadados como meio de assegurar um alto nível de interoperabilidade, desde o conteúdo de criação até o conteúdo de entrega [18].

A Figura 5 ilustra como o TV-Anytime especifica seu modelo funcional de referência, em que cada unidade funcional é representada pelos retângulos, o acesso é ilustrado através da nuvem, dando idéia de conectividade entre as unidades [19].

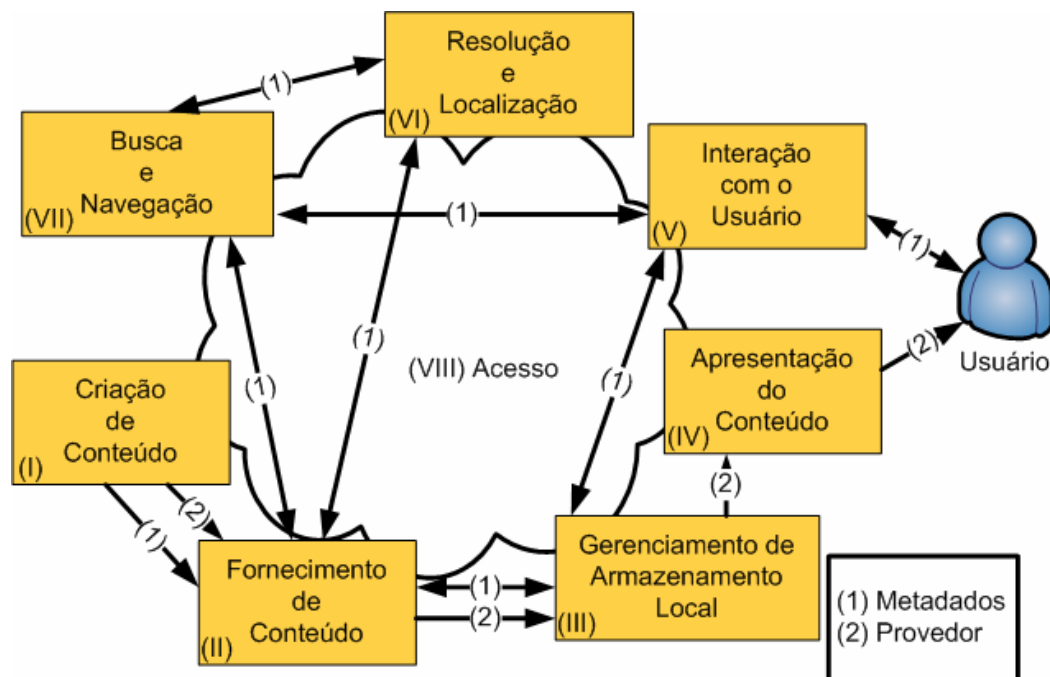


Figura 5: Modelo de Referência do TV-Anytime.

O fluxo básico segue de acordo com as setas: as indicadas por (1) são os fluxos dos metadados e as indicadas por (2) representam o fluxo proveniente de um provedor de serviços.

As unidades funcionais do TV-Anytime podem ser descritas como se segue:

- I. *Criação de Conteúdo*: está ligada diretamente a criação do programa e dos metadados do conteúdo. Uma produtora de vídeo, que tem a função de produzir um programa de televisão, pode ser um produtor de conteúdo. Os metadados relacionados ao conteúdo podem ser: título, codificação, classificação, descrição, gênero, língua, etc;

- II. *Fornecimento de Conteúdo*: É função do provedor de conteúdo prover o fornecimento do conteúdo para os usuários, além de agregar o conteúdo das diversas fontes produtoras. O provedor de conteúdo se utiliza de entidades chamadas provedores de acesso para dar suporte a esta transferência de informações. Uma rede de TV pode ser um provedor de conteúdo e usar uma rede de distribuição (*broadcast*) para a distribuição dos objetos. Neste caso, os metadados poderiam conter informações como: informações para busca e navegação, grades de programação, horários de programação, etc;
- III. *Gerenciamento e Armazenamento Local*: Permite gravar, exibir e apagar conteúdo e metadados relacionados;
- IV. *Apresentação do Conteúdo*: Tem a função de decodificar e apresentar o conteúdo para o usuário;
- V. *Interação com o Usuário*: Interface entre o cliente e a aplicação que fará a busca pelos conteúdos;
- VI. *Resolução e Localização*: Produz uma lista de localizações para que, através do CRID (*Content Reference Identifier*), o conteúdo possa ser acessado. Essa localização pode ser um endereço URL na Internet apontando pra um canal de TV ou para servidores de distribuição de vídeo;
- VII. *Busca e Navegação*: Responsável por disponibilizar para o usuário a possibilidade de realizar buscas e selecionar o conteúdo desejado, utilizando o maior número de fontes produtoras possível;
- VIII. *Acesso*: Representado pela nuvem, fornece o meio de transmissão por onde trafegarão todas as informações entre as unidades funcionais, possibilitando que cada uma possa desempenhar sua função.

2.2.2.2.2. *Definição de Metadados do TV-Anytime*

As categorias de metadados do TV-Anytime são definidas pelo padrão em quatro categorias para propósitos diferentes, como mostrados na Tabela 4 [18].

Os metadados para descrição de conteúdo têm o propósito de fazer uma descrição completa de programas, incluindo variações e requisitos básicos definidos na especificação TV-Anytime [18]. As variações são relacionadas a diferentes gêneros de programas (exemplo: adultos, filmes para crianças), subdivisões de publicação (exemplo: filme com cinco partes), agregação de programas (exemplo: múltiplos criadores), séries de programas (exemplo:

episódios), coleções de séries (exemplo: sucessos de verão) e atribuições (exemplo: filme tributo).

Os metadados para descrição de instância designam versões finais (instanciadas) da mídia a ser entregue ao consumidor que precisam ser dotados de mecanismos de localização e anúncio de serviços, como no EPG. Definições de metadados têm o propósito de localização e determinação dos itens agendados, além de descrição dos tipos de serviços providos.

Tipo de Descritor	Exemplo
<i>Metadados para Descrição de Conteúdo</i>	
Básico	CRID, TVAID
Descritivo	título, sinopse, gênero
Informação de Áudio/Vídeo	formato de arquivo, atributos de A/V, taxa de bits
Informação de Programa	variação do tipo de programa
Informação de Grupo	episódios de uma obra
Descritores de Crítica de Mídia	classificação, críticas em jornais de filmes
Definições Opcionais de Metadados	metadados obrigatórios ou opcionais
<i>Metadados para Descrição de Instância</i>	
Entidades de Localização de Programa	agendamento de programas (EPG completo)
Localização de Programa	entrada em um EPG
Informação de Serviço	canal de TV, canal 1 – ciência
<i>Metadados do Consumidor</i>	
Histórico de Uso e Preferências do Usuário	dados coletados implicitamente ou explicitamente do ou sobre o usuário (usuário assiste noticiário todo dia as 9:00h)
<i>Metadados Segmentados</i>	
Descrição Básica Segmentada	títulos segmentados ou sinopse
Informação Segmentada	localização temporal de um segmento
Informação de Grupo Segmentada	compilação de segmentos
Tabela de Informação Segmentada	tabela com todos os segmentos de metadados

Tabela 4. Categorias de Metadados do TV-Anytime.

Os metadados do consumidor definem estruturas para identificação de histórico e perfil de usuários, bem como os usuários e os grupos de usuários. Os metadados do consumidor permitem a criação de uma série de cenários para aplicações, como monitoramento de uso, personalização, troca de histórico uso, etc.

O TV-Anytime permite o monitoramento de várias ações executadas pelo consumidor: busca, filtragem, seleção, navegação e visualização. As granularidades das ações gravadas dependem da aplicação e do tipo de conteúdo. O receptor do consumidor fica encarregado de gravar o conteúdo da TV Digital baseado nos metadados dos consumidores. A personalização e mineração de dados, neste caso, não é parte da especificação do TV-Anytime.

Por fim, os metadados segmentados estão associados com metadados dos fluxos de áudio e vídeo. Cada fluxo completo de áudio e vídeo é dividido em segmentos ou grupo de segmentos, que podem ser marcados com metadados específicos. Neste caso, é possível o agrupamento e a construção de descrição de metadados para qualquer tipo de segmento.

Apesar da especificação TV-Anytime ser completa, não é obrigatório a definição de todos os metadados. O padrão determina um conjunto mínimo de metadados que devem ser especificados. Uma descrição válida de um programa conterá sempre ao menos um título. Entretanto, o padrão recomenda documentar por completo os seguintes elementos e atributos descritivos de um programa: sinopse, gênero, idioma, membro de, lista de créditos.

2.3.Distribuição de Conteúdo

O crescimento das redes IP fez surgir uma demanda por novos serviços multimídia, como vídeo, música, e voz (VoIP). Para suportar essa nova gama de serviços, foram propostas e desenvolvidas várias infra-estruturas de distribuição de conteúdo.

Muitos dos serviços baseiam-se no tradicional esquema cliente-servidor. Uma entidade, chamada de servidor, hospeda o conteúdo a ser disponibilizado e uma ou mais entidades chamadas de clientes (em geral representada por usuários) buscam o conteúdo armazenado nesses servidores. Para uma grande quantidade de usuários e poucos servidores, a abordagem cliente-servidor pode degradar um serviço de distribuição de conteúdo.

2.3.1. Redes de Distribuição de Conteúdo

Uma abordagem para a distribuição de conteúdo eficiente é a criação de Redes de Distribuição de Conteúdo (*Content Distribution Networks* – CDN). Em uma CDN, o conteúdo é replicado de um servidor original para servidores secundários, de maneira a melhorar a qualidade do serviço pelos usuários finais e diminuir a carga na rede [20]. Adicionalmente, a CDN contém um sistema de distribuição, roteamento e monitoramento [21]. Os servidores secundários recebem requisições de conteúdo a partir dos clientes. Então, o sistema de distribuição é encarregado de mover o conteúdo publicado dos servidores originais para um ou mais servidores secundários. O cliente que fez a requisição é direcionado ao servidor secundário pelo sistema de roteamento. Para manter a qualidade e métricas da rede de distribuição, o sistema de gerenciamento dá suporte a medição do conteúdo distribuído, bem como das atividades da rede. A Figura 6 ilustra a arquitetura de uma CDN típica. O publicador de conteúdo é responsável pela entrada de conteúdo em uma CDN, como um vídeo.

A partir do momento em que o conteúdo é publicado para um servidor (Publicador de Conteúdo), este se encarrega de manter a cópia original do conteúdo (Servidor Original) e replicá-lo para outros servidores. A replicação pode ser feita assim que o conteúdo é inserido ou sob demanda, ou seja, quando algum cliente faz uma requisição.

O cliente (Cliente 1) faz uma requisição à CDN, que é direcionada através do sistema de roteamento (Roteador de Requisições). A escolha da rota correta para o conteúdo requisitado depende do conhecimento de toda a CDN, através de uma hierarquia de roteamento (Roteador de Requisições Principal). O cliente é então direcionado a um servidor na CDN de onde o conteúdo será adquirido (Servidores Secundários). Dependendo da localização do cliente (Cliente N) e do esquema de roteamento, o conteúdo pode ser adquirido a partir do servidor que tem uma cópia permanente do conteúdo (Servidor Original). Permanentemente, a CDN é atualizada para manter o estado das conexões e dos fluxos de conteúdo. Todo o procedimento de gerenciamento é realizado pelos administradores da CDN (Servidor de Gerenciamento).

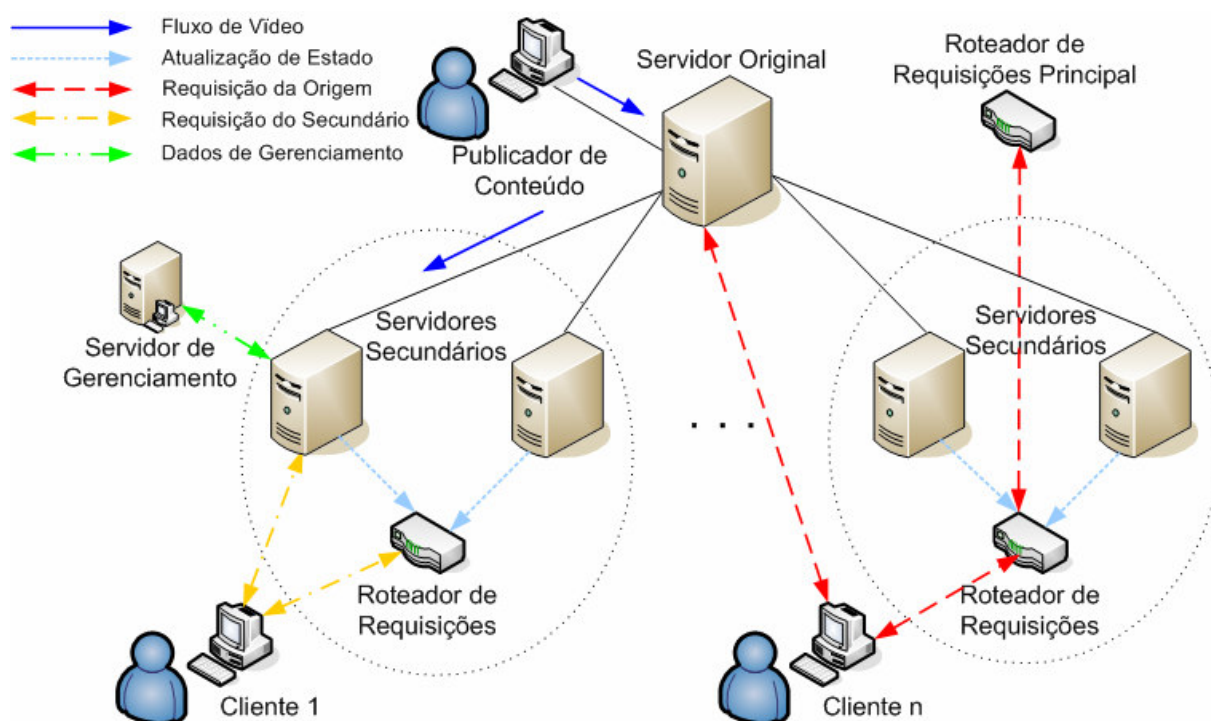


Figura 6: Rede de Distribuição de Conteúdo.

A CDN apresentada na Figura 6 é considerada uma rede de *overlay*, isto é, uma rede virtual criada sobre uma rede existente, por exemplo, a Internet e sua infra-estrutura IP. A rede *overlay* cria uma arquitetura com nível mais alto de abstração, de modo a poder solucionar vários problemas que, em geral, são difíceis de serem tratados no nível dos roteadores da rede subjacente [22]. Alguns desses problemas são falhas de configuração, perda de conexão entre os roteadores, sobrecarga das conexões, entre outros [23].

Diante do conceito de redes *overlay*, surgem diversas novas redes, dentre elas, as redes *peer-to-peer*. Redes *peer-to-peer* são redes virtuais (*overlay*) que funcionam com o objetivo

de compartilhar recursos entre os participantes (*peers*), de forma a completar uma tarefa ou objetivo, sendo que por princípio não há diferenciação entre os seus participantes [22] [24].

As redes *peer-to-peer* incorporam características interessantes, como auto-organização, configuração e adaptação, o que as fazem candidatas a atuarem como redes de distribuição de conteúdo. Atualmente, já são muito usadas para compartilhamento de conteúdo multimídia, como vídeos, fotos e músicas. Um exemplo disso são os serviços de entrega de conteúdo multimídia que necessitam de requisitos temporais mais rígidos, como vídeo ao vivo ou vídeo sob demanda.

2.3.2. Distribuição de Vídeo

A distribuição de vídeos é um serviço que cresce atualmente em redes IP, notadamente a Internet. Como o vídeo é um conteúdo que demanda grandes capacidades de armazenamento e largura de banda, ele está geralmente associado a uma rede de distribuição de conteúdo. Vídeo é aproximadamente um quarto de todo o tráfego consumido da Internet, com um crescimento anual de 12% em 2006, 22% em 2007 e alcançará 32% até o final de 2008 [25]. A Tabela 5 apresenta o tráfego de vídeo na Internet entre 2006 e 2012 (projetado).

Consumo de Vídeo na Internet para o PC entre 2006 e 2012								
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	CAGR 2007-2012
Geograficamente (PB por mês)								
América do Norte	59	156	270	389	505	635	771	38%
Europa Ocidental	83	227	571	975	1459	2062	2852	66%
Ásia e Pacífico	99	210	414	686	1028	1469	2137	59%
Japão	13	25	36	53	73	100	121	37%
América Latina	9	14	29	50	77	115	161	64%
Europa Centro-Oriental	4	9	16	30	53	91	138	74%
Oriente Médio e África	2	6	9	14	20	28	35	42%
Total (PB por mês)								
Consumo de Vídeo na Internet para o PC	269	647	1346	2196	3215	4501	6216	57%

Tabela 5: Tráfego de Vídeo na Internet entre 2006 e 2012. Fonte: [25]

O volume de dados é dado em *Petabytes*¹ (PB) e organizado geograficamente. Vídeo da Internet para o PC refere-se aos vídeos *on-line* que são baixados para visualização na tela do PC. Isto exclui os vídeos baixados por *peer-to-peer*, para posterior visualização. Muitos dos vídeos são pequenos e a maioria é constituída de *clips*, episódios ou outro conteúdo oferecido por produtores de conteúdo tradicionais, como estúdios de filmes e redes de televisão [25].

¹ 1 *Petabyte* são aproximadamente 1 milhão de *Gigabytes*.

Basicamente podemos classificar os tipos de serviços de distribuição de vídeo em dois: vídeos sob demanda (VoD) e vídeo ao vivo.

Um serviço de Vídeo sob Demanda (VoD) típico permite que usuários remotos tenham acesso a uma coletânea de vídeos variados. Tipicamente os arquivos destes vídeos são armazenados em um conjunto centralizado de servidores e distribuídos através de uma conexão de rede de alta velocidade para clientes dispersos geograficamente. Ao receber uma requisição de um cliente, o servidor envia a resposta como um fluxo de vídeo, sem necessidade de sincronização prévia. Para que o objetivo seja atingido, é necessária uma infraestrutura de armazenamento e uma rede de distribuição com banda passante suficiente para que uma transmissão de vídeo contínua seja possível [26].

Um sistema de VoD é composto basicamente por três entidades: um servidor VoD (que armazena o acervo de vídeos), clientes remotos (que fazem requisições e exibem o conteúdo dos vídeos) e finalmente uma rede de distribuição de conteúdo (responsável por interconectar clientes e servidores) [27].

O serviço de vídeo ao vivo é similar ao sistema sob demanda, porém o acervo de vídeos é gerado em tempo real, utilizando-se câmeras de captura de áudio e vídeo. O fluxo capturado é direcionado aos servidores que se encarregam de distribuir o vídeo em tempo real para os clientes [28].

Formatos utilizados para transmissão ao vivo geralmente são desenvolvidos com base em alguns aspectos inerentes às transmissões. O fato de que um cliente pode acessar uma transmissão em andamento (ao contrário de um arquivo sob demanda, onde geralmente o acesso é feito no início) cria a necessidade de segmentação do fluxo. Esses segmentos são marcações temporais que viabilizam a sincronização do fluxo da transmissão. Para viabilizar a sincronização a partir dos segmentos, mecanismos são inseridos no transporte do fluxo. Esses mecanismos podem ser implementados na forma de protocolos de transmissão ou de sinalização na codificação do vídeo.

3. TRABALHOS RELACIONADOS

3.1. Plataforma para Distribuição de Conteúdo Multimídia (PDCM)

As redes em banda larga continuam se expandindo, provendo aos seus usuários acesso móvel e fixo a aplicações que demandam grandes quantidades de tráfego. Um fator decisivo para o aumento da demanda por banda passante nas redes é a entrega de serviços multimídia, como áudio e vídeo [29].

Disponibilizar serviços de vídeo sob demanda requer uma infra-estrutura desenvolvida especialmente para atender esse tipo de aplicação. Esse princípio pode ser aplicado a outros tipos de serviços, como jogos ou telefonia. Inicialmente, vemos essas soluções como pontuais, ou seja, são desenvolvidas para atender especificamente a um tipo de serviço [29].

Uma solução mais estratégica é utilizar uma arquitetura que atue como uma plataforma de entrega de serviços, integrando várias soluções. Um exemplo é mostrado na Figura 7, que apresenta a plataforma de referência para entrega de conteúdo multimídia sugerida por Pavlovski et al [29].

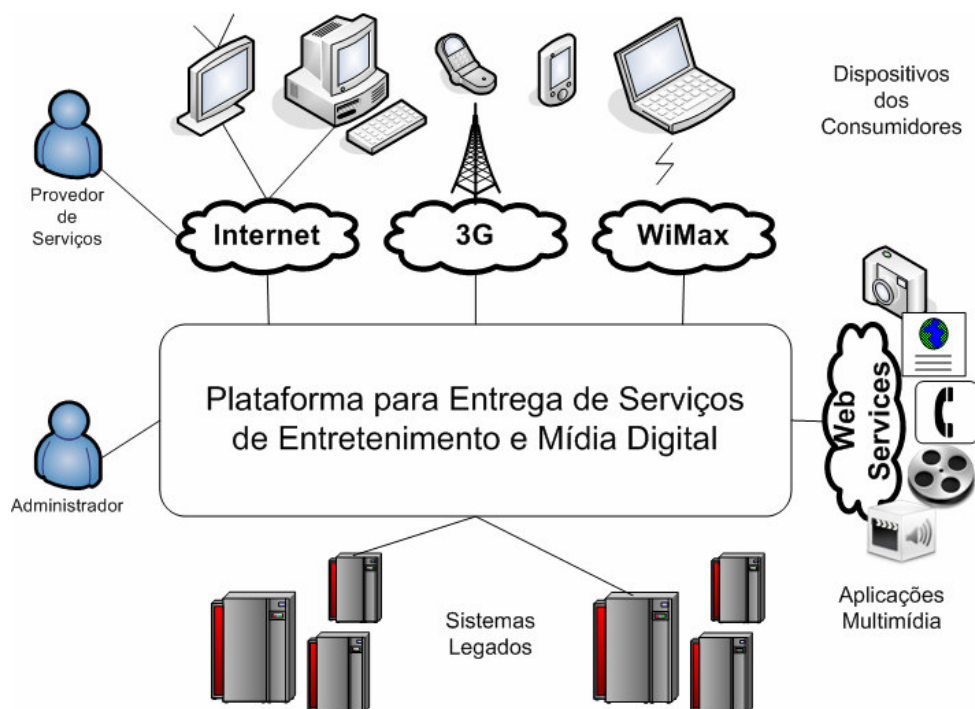


Figura 7: Plataforma de Referência para Entrega de Conteúdo Multimídia.

Como proposto por Pavlovski et al [29], a solução é composta por diversas entidades:

- Plataforma para entrega de serviços de entretenimento e mídia digital;
- Integração com sistemas legados;

- Integração com provedores de serviços e conteúdo;
- Rede de comunicação e integração com os dispositivos dos consumidores.

Conforme podemos observar na Figura 7, os consumidores são os usuários que acessam a plataforma e se registram para acessar os vários serviços ou conteúdos entregues pela plataforma de entretenimento e mídia digital. Vários dispositivos podem ser usados, incluindo telefones celulares, PDA, laptops, computadores pessoais e televisores com receptores digitais. A entrega é feita por redes sem fio (3G, WiMax) ou pela Internet. Além disso, os consumidores interagem com a plataforma para realizar funções de registro, personalização e interatividade.

O provedor de serviço representa uma entidade responsável por desenvolver e gerenciar aplicações para entrega de conteúdo e serviços ao consumidor. O provedor de serviço acessa a plataforma para realizar funções de requisição e visualização de relatórios, bem como registrar novos serviços.

A administração da plataforma inclui serviços de auxílio aos consumidores, além de tarefas operacionais, prevenção e manutenção.

O provedor de serviço representa uma entidade responsável por desenvolver e gerenciar aplicações para entrega de conteúdo e serviços ao consumidor. O provedor de serviço acessa a plataforma para realizar funções de requisição e visualização de relatórios, bem como registrar novos serviços.

A administração da plataforma inclui serviços de auxílio aos consumidores, além de tarefas operacionais, prevenção e manutenção.

As aplicações multimídia contêm a lógica de negócio para prover em particular um serviço de entretenimento ou mídia digital. Para completar o serviço, a aplicação pode fazer consultas à plataforma para obter informações sobre localização do consumidor ou enviar mensagens.

A plataforma de referência apresentada na Figura 6 ilustra as entidades envolvidas num contexto de entrega de conteúdo multimídia, como consumidores e aplicações multimídia. A integração, gerência, monitoramento, entrega e diversas outras funções essenciais ao funcionamento de um serviço de entrega e/ou distribuição de conteúdo e mídias digitais está alicerçado em uma plataforma de entrega.

Então a abordagem para a construção da plataforma de entrega é a hospedagem de um conjunto de aplicações que serão responsáveis por prover um conjunto de serviços específicos, porém relacionados uns com os outros [29]. Por exemplo, uma aplicação é responsável pelo serviço de distribuição de vídeo (ao vivo ou sob demanda) enquanto que

outra aplicação provê o serviço de jogos. A plataforma encarrega-se de prover o conjunto de serviços comuns a essas aplicações.

A Figura 8 ilustra a arquitetura para uma plataforma de entrega de serviços de entretenimento e mídia digital conforme apresentado em Pavlovski et al [29]. A solução propõe a integração entre as entidades presentes em soluções de distribuição de serviços e conteúdo multimídia, estas, por sua vez, são integradas a plataforma e passam a ser vistas como provedoras de serviços.

A topologia física da plataforma proposta em Pavlovski et al [29] contempla diversos subsistemas, tais como: nós interconectados em redes, servidor de autenticação, gerenciador de sessões, gerenciador de sessão SIP, portais, servidores de conteúdo, sistemas legados e *gateway* de *Web Services*, que serão detalhados nas subseções seguintes.

3.1.1. Nós Interconectados em Redes

Os nós interconectados em redes de transmissão de dados fazem interface direta com serviços de telecomunicações. Isto inclui *gateways* Parlay², de mensagens (SMS, MMS), WAP e servidores de localização e telefonia.

3.1.2. Servidor de Autenticação

O servidor de autenticação é um ponto de acesso consolidado para que todas as entidades externas que acessam a plataforma possam tornar disponíveis seus serviços. Várias funções são realizadas por este componente, o que inclui autenticação de usuários, autorização de requisições a serviços, *single sign on* para o acesso aos canais de rede wireless, como Internet, WiMax, 3G, etc.

Para escalabilidade, o servidor de autenticação pode ser particionado, assim servidores dedicados atendem requisições de *web services*, autenticação SIP, requisições de consumidores, etc. Como são realizados diversos registros de autenticação, por consumidores e aplicações externas, um modelo de autenticação deve ser utilizado. Neste caso, o modelo proposto é o *Federated Identity Model*, desenvolvido pelo projeto *Liberty Alliance*³.

² O objetivo do grupo Parlay é a definição de APIs de programação em rede para dar suporte a criação de serviços de telecomunicações.

³ Este modelo especifica como organizações independentes podem compartilhar identidades para acesso confiável a aplicações.

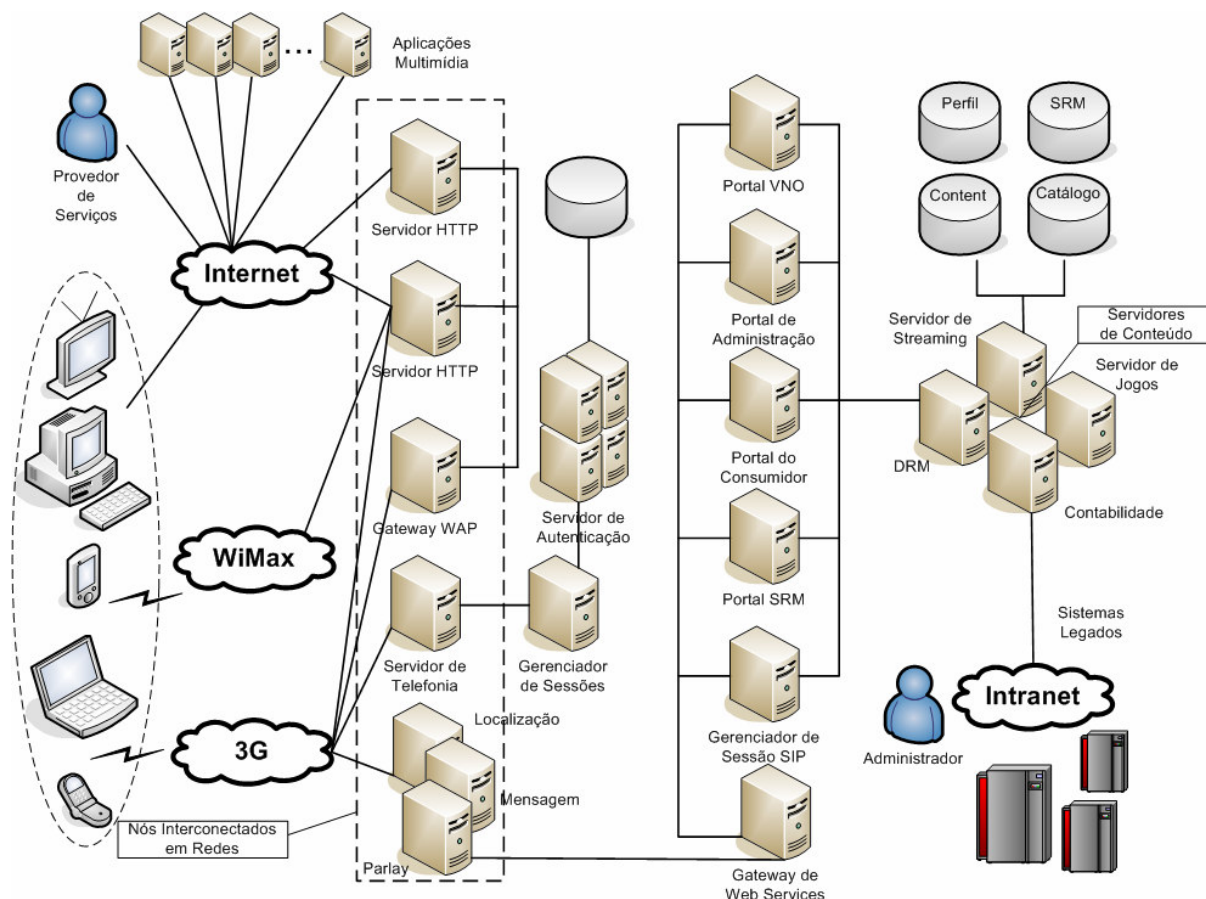


Figura 8: Plataforma para Entrega de Serviços de Entretenimento e Mídia Digital

3.1.3. Gerenciador de Sessões

O gerenciador de sessões é responsável basicamente por duas funções: transferir sessões entre redes sem que a sessão seja perdida e o gerenciamento de conexões concorrentes em redes 3G de dispositivos móveis.

3.1.4. Gerenciador de Sessões SIP

O SIP (*Session Initiation Protocol*) é uma protocolo de aplicação que gerencia o estabelecimento, controle e encerramento de sessões multimídia. Um *gateway* SIP dá suporte ao uso de aplicações multimídias como VoIP (Voice over IP), vídeo conferência e outros serviços *peer-to-peer*, provendo um conjunto de serviços, como redirecionamento e mapeamento de nomes, para interligar aplicações. Por exemplo, é possível usar um sistema PVR (*Personal Video Recorder*) para assistir a uma gravação e ligar para outros usuários e então compartilhar experiências ao assistir o mesmo conteúdo.

3.1.5. Portais

Os portais provêm a interface pela qual os usuários da plataforma acessam os serviços multimídia. Dependendo dos serviços providos pela plataforma, portais dedicados e diferenciados podem ser necessários para suportar cada tipo específico de serviço.

Portais de consumidor são os meios pelo qual todos os consumidores acessam os serviços multimídia. A interface deste portal está disponível através da *Web* ou WAP, disponibilizando o acesso a dispositivos fixos (computadores, laptops, set-top-boxes) ou móveis (celulares, PDA). Contudo, alguns serviços podem ser dependentes do dispositivo do consumidor, como serviços de IPTV pela *Web*. As funções mais comuns a este tipo de portal são registro de novos usuários, personalização, armazenamento de perfil e a distribuição do conteúdo ou serviço de acordo com a seleção do usuário.

O portal de SRM (*Service Relationship Management*) é responsável pelas funções que permitem aplicações externas à plataforma se registrarem para provê serviços de entretenimento e conteúdo digital. Além disso, permite funções de relatório de uso dos serviços, pagamentos pelo uso de serviços e atividades de gerenciamento.

O Portal de VNO (*Virtual Network Operations*) é essencialmente um portal que oferece um modelo de negócios a ser adotado por entidades externas. O portal provê um conjunto de funcionalidades de operação de redes e aplicações dentro da plataforma. Por exemplo, uma empresa que deseje prover serviços de vídeo sob demanda não precisa desenvolver um portal ou possuir uma infra-estrutura de distribuição (CDN), neste caso, o portal atuaria em prover a infra-estrutura e as aplicações necessárias e então a empresa vai operar virtualmente seus negócios.

O portal de administração oferece ao operador ou VNO o gerenciamento da plataforma, disponibilizando funções de publicação e revisão de aplicações multimídia submetidas à plataforma, resolve problemas entre consumidores e serviços e realiza operações de manutenção e suporte.

3.1.6. Servidores de Conteúdo

Os servidores de conteúdo dão suporte a entrega de conteúdo, além da manutenção de direitos autorais e cobrança. Entre os serviços disponibilizados estão jogos, serviços de distribuição de vídeo, cobrança e gerenciamento de direitos autorais. A plataforma é extensível a adesão de servidores para prover novas capacidades e serviços. Associados aos servidores de conteúdo estão bases de dados para gerenciar perfis, catálogos de serviços, SRM

(*Service Relationship Management*) e conteúdo, como vídeos sob demanda ou jogos para *download*.

3.1.7. Sistemas Legados

Os sistemas legados não fazem parte formalmente da plataforma, contudo exercem um papel importante para aumentar as capacidades disponibilizadas pela plataforma. O suporte é feito através de uma camada intermediária (*middleware*) que atua como um ponto de convergência para a integração dos sistemas. Essas funções são especialmente disponibilizadas para as aplicações multimídia como *web services*.

3.1.8. Gateway de Web Services

O *Gateway de Web Services* (GWS) é responsável por prover interfaces públicas para a comunicação entre aplicações multimídia. Basicamente, três entidades da plataforma colaboram com o GWS para completar requisições a serviços: os nós interconectados em redes, os sistemas legados e os servidores de conteúdo. Além disso, os *web services* disponibilizam um ambiente de rápido desenvolvimento e testes para novos serviços de entretenimento e mídia digital.

3.2. Research Channel

O *Research Channel* é um consórcio de instituições acadêmicas e de pesquisa para compartilhar conteúdo audiovisual [30]. O sistema de distribuição de vídeo enfoca uma grande variedade de banda passante, capacidades e usos, como por exemplo, transmissão de vídeos, imagens ou conteúdo de televisão, em bandas passantes baixas (56kbps), passando por vídeo HDTV (19.2 Mbps) e atingindo transmissões de vídeo não comprimido da ordem de 1.5 Gbps.

O *Research Channel* está baseado em um sistema de gerenciamento de *DigitalWell* [31] [32] que é responsável por prover as soluções de captura e distribuição de conteúdo multimídia pela Internet.

3.2.1. Sistema de Gestão de Propriedade Digital (SGPD)

O Research Channel utiliza um Sistema de Gestão de Propriedade Digital (*Digital Asset Management System*) chamado *DigitalWell* [32]. Este sistema é responsável pela gestão e entrega de propriedades digitais, provendo uma solução escalável para aquisição, coleta,

classificação, armazenamento e entrega de grandes coleções de mídia digital sobre redes IP [31]. Para distribuições em *broadcast*, a captura e tratamento do conteúdo digital são feitas de forma automática. O conteúdo adquirido, bem como os metadados associados a eles, é mantido em sistemas de armazenamento robustos, proporcionando maior escalabilidade.

O sistema *DigitalWell* possui os seguintes objetivos:

- Integração de distribuição de conteúdo (*broadcast*);
- Automação de conteúdo fim-a-fim (*end-to-end*);
- Qualidade: baixa, padrão e alta, com suporte a redes das próximas gerações;
- Independência do tipo de conteúdo gerenciado: documentos, fotos, áudio, vídeo, dados;
- *Middleware*: metadados, DRM, API de integração;
- Arquitetura escalável e plugável: capacidade de agregar novas tecnologias;
- Interoperação com outros sistemas de gestão de propriedades;
- Armazenamento e preservação de conteúdo.

A arquitetura do sistema foi desenvolvida em camadas, numeradas de 1 a 7 (Figura 9), contemplando os objetivos elencados.

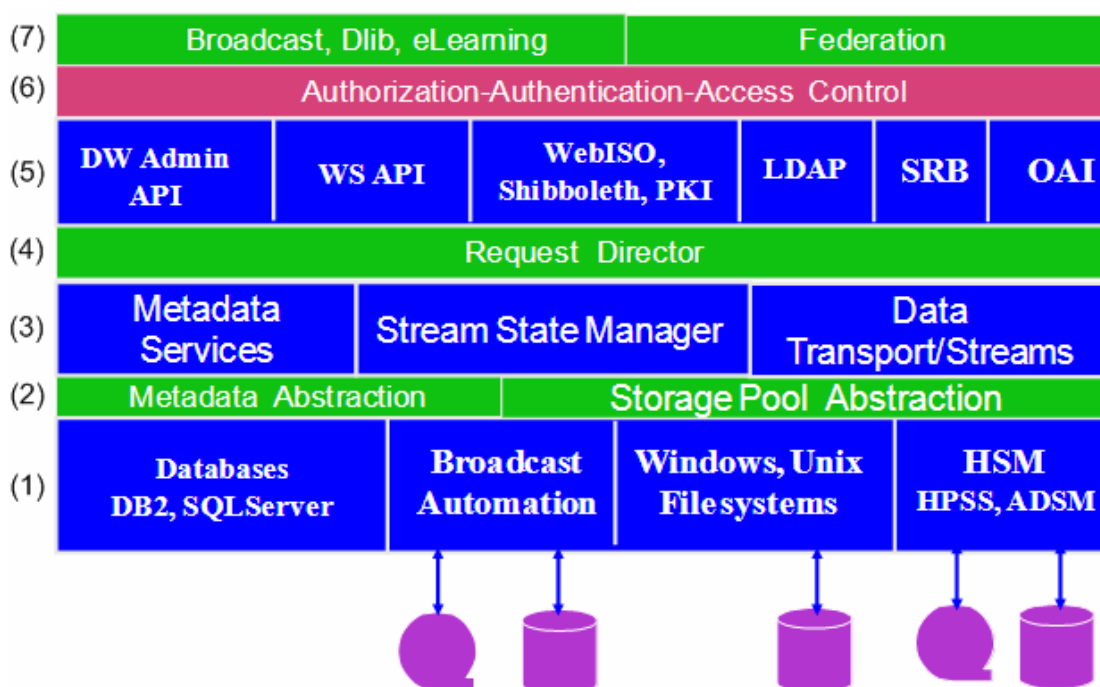


Figura 9: Arquitetura *DigitalWell* (Fonte: [33])

Na camada (1) temos as diversas bases de dados utilizadas pelo sistema, que serão usadas pelos componentes da camada (2). As bases de dados DB2 e SQLServer são responsáveis pelo armazenamento dos metadados do serviço. As demais bases de dados estão

associadas ao armazenamento (*storage*) do conteúdo gerenciado pelo *DigitalWell*. A parte de *Broadcast Automation* integra bases de dados para automação de conteúdos, como sistemas de armazenamentos magnéticos comandados por braços mecânicos (robôs). Além disso, sistemas de armazenamento de alta performance (*High Performance Storage System – HPSS*), como o *Tera-scale Hierarchical Mass Storage (HSM)* fornecem infra-estrutura de armazenamento confiável e seguro, permitindo rápida recuperação de conteúdo. A natureza distribuída do serviço de armazenamento suporta separação geográfica e duplicação de conteúdo para fins de recuperação de desastres e escalabilidade. Por fim, o conteúdo pode ser armazenado e recuperado a partir de bases de dados locais, em sistemas de arquivos disponíveis em Windows ou Unix/Linux.

A camada (2) atua como uma camada de abstração para acesso aos sistemas de armazenamento da camada (1), de tal forma que o sistema não necessita conhecer todos os tipos de bases de dados disponíveis. Isto facilita a manutenção do sistema bem como a escalabilidade de adesão a novas bases de dados de forma transparente.

A camada (3) é chamada de *Middleware* do sistema *DigitalWell* e concentra os serviços de Metadados, de Gerenciamento de Estado dos Vídeos e de Servidores de Entrega de Fluxo. O serviço de Metadados é responsável por catalogar o conteúdo usando o perfil Dublin Core [34] e MPEG-7 [35]. O esquema é extensível e suporta outros tipos de metadados, como o Open Archives Initiative Protocol for Metadata Harvesting (OAI-PMH) e o esquema PBCore [36] para suportar programação PBS⁴. Já o Gerenciamento de Estado dos Vídeos é responsável por rastrear o estado do conteúdo dentro do sistema e inicializar a movimentação de dados entre os dispositivos de armazenamento e servidores de entrega de conteúdo. Por fim, os Servidores de Entrega de Fluxo estão encarregados de distribuir o conteúdo solicitado aos clientes.

O *Request Director* é um componente presente na camada (4) responsável por interceptar as requisições de conteúdo dos clientes, controlar a mudança de estado dos conteúdos e redirecionar as requisições dos clientes ao serviço de entrega de conteúdo apropriado. Isto inclui os serviços de transcodificação (*transcoding*), criação e administração de metadados, *Broadcast* de TV e Rádio e entrega de conteúdo, como *webcasting* e vídeos em diversos formatos (WMV, Quicktime, Real, etc.).

A camada (5) é responsável pelas APIs (*Application Programming Interface*) de acesso ao sistema. São fornecidas APIs específicas do sistema *DigitalWell* para administração

⁴ Public Broadcast Service: é uma rede pública de *broadcast* não-comercial que provê conteúdo para 355 redes de televisão não-comerciais nos Estados Unidos e Canadá, através de transmissões terrestres e *on-line*.

(*DW Admin*) e acesso usando Web Services (WS API), como também APIs de controle de acesso, autorização e autenticação ao sistema. A camada (6) então coordena todo o acesso utilizando as APIs disponíveis na camada (5), como WebISO [37], Shibboleth [38], ACLs (PKI) e LDAP, responsáveis por autorização, autenticação e controle de acesso. Além dessas, outras APIs são fornecidas, como o Open Archives Initiative (OAI) [39], iniciativa de interoperabilidade de padrões para disseminação de conteúdo, e *Storage Resource Browser* (SRB), referente ao acesso do conteúdo armazenado nos sistemas de armazenamento da camada (1).

Por fim, na camada (7) são desenvolvidas as aplicações usuárias do sistema *DigitalWell*. Entre os tipos de aplicações encontram-se bibliotecas digitais (*Digital Libraries*), *Broadcast* de canais, tanto em redes IP quanto por outros meios, como cabo, satélite ou terrestre, ensino a distância (*eLearning*), entre outras aplicações que necessitem de um sistema de gestão de propriedades. Adicionalmente existe o suporte a interoperação com outros sistemas de gestão de propriedade, através de Federações.

O *Research Channel* atua como uma aplicação usuária do sistema *DigitalWell*, provendo a interface de acesso ao acervo de conteúdo gerenciado pelo sistema de gestão propriedades.

3.3. Análise Comparativa

Os trabalhos relacionados apresentados nas seções 3.1 e 3.2 são propostas de arquitetura para a integração e distribuição de conteúdo multimídia. A proposta de Pavlovski et al [29] trata de uma plataforma para distribuição de conteúdo multimídia, propondo uma arquitetura de referência que é a união de vários conceitos desenvolvidos isoladamente para resolver problemas de entrega de conteúdo multimídia, como sistemas de vídeo sob demanda, telefonia, aplicações, entre outros.

Já a proposta de DeRoest [31] incorpora conceitos de gestão de propriedade digital para propor uma arquitetura de entrega de conteúdo digital. Esta arquitetura é modelada e implementada no sistema *DigitalWell* [32].

Para sumarizar os trabalhos relacionados, a Tabela 6 apresenta uma análise das propostas supracitadas em função das funcionalidades intrínsecas a sistemas de distribuição de conteúdo. Para realizar este estudo observamos o atendimento ou não dos critérios de classificação adotados. Para isso, quatro tipos de suporte foram definidos: Indefinido, Inexistente, Parcial e Total.

	PDCM ⁵	SGPD ⁶
	Suporte	
Entrega de conteúdo multimídia, como vídeo, músicas, fotos, telefonia, entre outros em redes de dados, como a Internet	Total	Parcial
Sistemas de armazenamento massivo de dados	Indefinido	Total
Gerenciamento do conteúdo (metadados)	Total	Total
Sistema de autenticação, autorização e controle de acesso	Total	Total
Possibilidade de extensão do serviço com integração de novos componentes	Total	Total
Meios de interação com o usuário	Total	Parcial
Suporte a conteúdos	Total	Parcial

Tabela 6: Comparativo entre os Sistemas.

A funcionalidade de entrega de conteúdo multimídia é definida como os tipos de conteúdo multimídia que o sistema suporta. A PDCM tem suporte a diversos tipos de conteúdo multimídia, como vídeo, áudio, músicas, jogos, SMS, toques para celular, serviços de telefonia. Já no SGPD, o suporte é restrito aos tipos: vídeo, áudio, documentos, imagens e música.

Sistemas de armazenamento massivo de dados referem-se à quantidade de conteúdo multimídia que pode ser armazenado pelo serviço. O SGPD tem um suporte completo, que inclui sistemas de armazenamento (*storage*) de grande porte até armazenamento em discos locais. Já o PDCM não especifica explicitamente como os conteúdos multimídia serão armazenados, dependendo de qual tipo de conteúdo multimídia será distribuído.

O gerenciamento dos metadados do conteúdo é uma funcionalidade inerente aos sistemas de distribuição de conteúdo multimídia e suportado em sua totalidade, ou seja, inserção, remoção, alteração dos metadados. Outra funcionalidade também suportada totalmente é a autenticação, autorização e controle de acesso. Ambas as propostas seguem modelos baseados em Federações (do inglês, *Federated* [40]), que especifica como organizações independentes podem compartilhar identidades para acesso confiável a aplicações.

As arquiteturas em componentes do PDCM e do SGPD foram desenvolvidas com a característica de extensibilidade, isto é, permite que novas tecnologias e funcionalidades sejam agregadas. O suporte à extensibilidade é total e está presente em todos os níveis das arquiteturas.

Os meios de interação com o usuário disponibilizados pelo PDCM oferecem suporte a aplicações para interação com dispositivos que vão desde receptores de TV Digital a celulares, utilizando para isso redes de dados, como a Internet, além de redes sem fio WiMax

⁵ Plataforma para Distribuição de Conteúdo Multimídia [29].

⁶ Sistema de Gestão de Propriedades Digitais [31].

e redes 3G. Já as aplicações no SGPD seguem um modelo apenas de interação com usuários em redes de dados, como a Internet, e por isso estão mais focadas em aplicações baseadas em *Web*.

Por fim, o suporte a conteúdo no PDCM é abrangente, pois essa arquitetura foi modelada para a integração de qualquer tipo de conteúdo multimídia, tais como vídeo, áudio, imagens, SMS, jogos, serviços de telefonia, entre outros. Para o SGPD, temos uma variedade mais restrita de conteúdos digitais, tais como vídeo, áudio, documentos e imagens.

Sendo assim, podemos concluir que a plataforma para distribuição de conteúdo multimídia (PDCM) e o sistema de gestão de propriedades digitais (SGPD) possuem equivalência funcional. A PDCM é modelada a partir de vários serviços para criar uma plataforma de referência para entrega de conteúdo multimídia enquanto que o SGPD é um sistema que resolve o problema específico da gestão de propriedades digitais.

4. ARQUITETURA DO SERVIÇO PROPOSTO

A maneira como o usuário experimenta vídeo pela Internet é, muitas vezes, implementada utilizando-se uma CDN e portais de conteúdo, onde existe a sua disposição uma série de vídeos e o usuário precisa ir à busca dos vídeos que deseja. A integração de conteúdo televisivo nesse contexto (vídeo, programações, canais e etc.), permitindo uma experiência de entretenimento semelhante ao telespectador que assiste TV, ainda é restrita.

A proposta deste trabalho foca em um serviço de criação e distribuição de conteúdo de TV em redes IP, incorporando conceitos presentes na TV juntamente com a experiência de usuários de Internet, para dar o suporte necessário a criação de programações, canais, personalização e comunidades relacionadas aos conteúdos disponibilizados pelo serviço.

Para melhor alcançar os objetivos deste trabalho, foi elaborada uma arquitetura que é dividida em camadas, onde cada camada provê serviços para a camada subsequente. Esta abordagem oferece flexibilidade e independência, pois cada camada funciona como um subsistema independente [41]. As cinco camadas apresentadas na Figura 10 modelam o serviço.

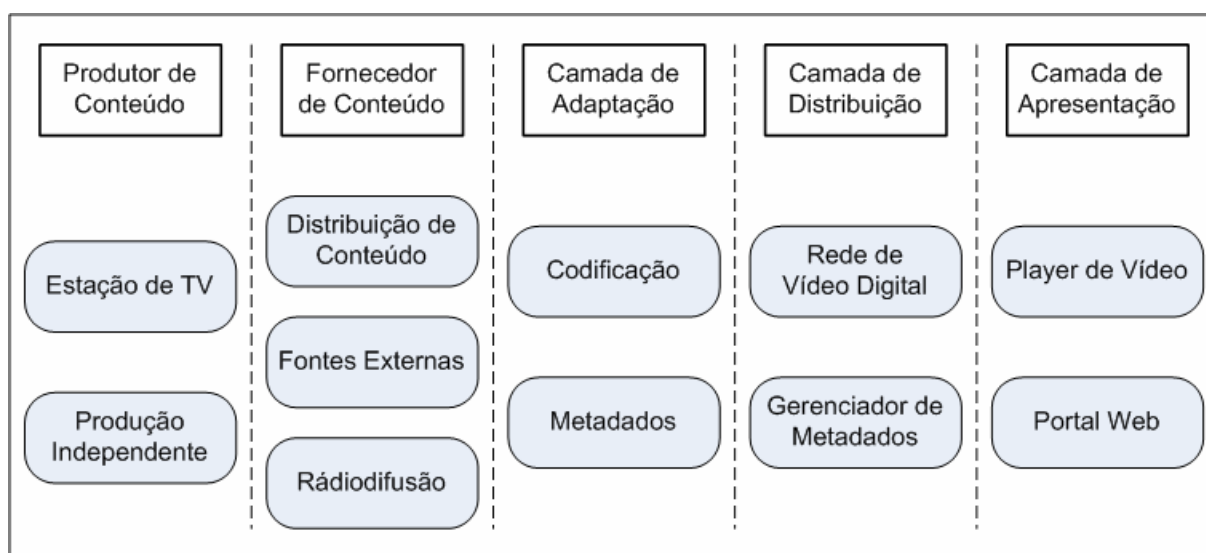


Figura 10: Modelo Conceitual.

Cada camada possui componentes que serão responsáveis por prover os serviços desempenhados pela camada, sendo eles: Estação de TV, Produção Independente, Distribuição de Conteúdo, Fontes Externas, Rádiodifusão, Codificação, Metadados, Rede de Vídeo Digital, Gerenciador de Metadados, Player de Vídeo e Portal Web.

Embora a arquitetura apresentada defina os componentes listados na Figura 10, para a implementação de referência, no escopo deste trabalho, desenvolvemos apenas um subconjunto desses componentes. Isto porque já existem soluções disponíveis que realizam a função de alguns dos componentes da arquitetura, e que foram integrados na implementação de referência. Além disso, os componentes apresentados nas cinco camadas não são estáticos, permitindo que novos componentes sejam criados e o serviço possa ser estendido.

As próximas seções detalham as camadas do serviço proposto bem como os componentes de cada camada.

4.1. Produtor de Conteúdo

Para alimentar o serviço proposto é necessária a parceria com entidades de produção de conteúdo audiovisual. Essas entidades são, principalmente, estações de TV e produtoras independentes de programas.

4.1.1. Estação de TV

Uma estação de TV possui toda a infra-estrutura de criação e produção de conteúdo das mais diversas formas, como programas de auditório, telejornais, programas infantis, séries, telenovelas, etc. Uma estação de TV precisa de uma concessão de canal de TV para transmitir sinais de radiofrequência com informação.

O conteúdo produzido pela estação de TV vai para a grade de programação do canal de TV e então é enviado por meios de transmissão diversos, como satélite, cabo ou radiodifusão. O conteúdo transmitido pode ser tanto analógico como digital e é recebido por uma TV ou receptor de TV para então ser apresentado ao telespectador.

4.1.2. Produção Independente

A produção independente é caracterizada geralmente por produção de conteúdo não realizada diretamente por estações de TV, como uma empresa de publicidade que produz um comercial ou empresas de desenhos animados. Enquadram-se como produtores independentes, por exemplo, acervos audiovisuais de centros de pesquisa, museus, bibliotecas, universidades, etc. Para o serviço proposto, consideram-se também como produções independentes transmissões ao vivo de qualquer gênero, como eventos acadêmicos, congressos, simpósios, feiras e etc.

4.2. Fornecedor de Conteúdo

A disponibilização do conteúdo das entidades produtoras é feita através dos fornecedores de conteúdo que são responsáveis por armazenar e disponibilizar o acesso ao acervo de conteúdo audiovisual [41]. O conteúdo está disponível para acesso sob demanda ou ao vivo.

O armazenamento do conteúdo é feito em formato digital, ou seja, o conteúdo audiovisual gerado na camada anterior passa por um processo de codificação, utilizando-se *software* ou *hardware* específico para esta tarefa. Vários padrões podem ser utilizados para armazenar o conteúdo, contudo, alguns padrões específicos são utilizados, dependendo do produtor de conteúdo. Por exemplo, para estações de TV, o padrão de armazenamento utilizado geralmente é o MPEG-2, que permite uma codificação com qualidade alta. Já para produtores independentes, que podem incluir conteúdo produzido de maneira amadora, em baixa qualidade, formatos como Windows Media Video ou MPEG-4 são mais adequados.

Esta camada apresenta três componentes: Distribuição de Conteúdo, Fontes Externas e Radiodifusão.

4.2.1. Distribuição de Conteúdo

A distribuição de conteúdo é responsável pela entrega de conteúdo audiovisual em formato digital (codificado). Utilizando-se um modelo cliente-servidor, o cliente faz a requisição do vídeo e o servidor responde com um fluxo contínuo (*streaming*). Para melhor escalabilidade, uma rede de distribuição de conteúdo (CDN) pode ser utilizada.

A Rede de Vídeo Digital da RNP [42] foi utilizada na implementação de referência como fornecedora de conteúdo e é parte essencial para o funcionamento do serviço.

4.2.2. Fontes Externas

Além da RVD, outras formas de distribuição de conteúdo podem ser integradas ao sistema. As chamadas fontes externas integram serviços de distribuição de conteúdo já existentes, como por exemplo, Google Vídeo [2] ou YouTube [1].

4.2.3. Radiodifusão

Este componente trata especificamente de transmissões de canais TV (digital ou analógica) através de um sistema de radiodifusão terrestre, cabo ou satélite. O fornecimento de conteúdo capturado desse meio de transmissão requer *hardware* especializado na captura

da transmissão, bem como codificação do vídeo capturado. A codificação é feita utilizando *hardware* ou *software* específico e, de acordo com a necessidade, pode ser armazenado para posterior distribuição ou transmitido em tempo real.

Vale salientar que entidades detentoras de um canal de TV possuem uma estação de TV e também um sistema de radiodifusão para transmissão.

4.3. Camada de Adaptação

O acervo de vídeos disponibilizado pelos fornecedores de conteúdo muitas vezes é heterogêneo, existindo em uma diversidade de formatos de codificação. Além disso, as informações sobre o vídeo – os metadados – podem estar incompletas ou não existirem. A camada de adaptação é então responsável por reconhecer o formato e/ou codificação de vídeo e dos metadados dos fornecedores de conteúdo e adaptá-los ao serviço, de forma padronizada e eficiente.

4.3.1. Codificação

O objetivo do componente de codificação é reconhecer o máximo de padrões de vídeo e áudio. Dentre inúmeros padrões existentes, alguns têm maior destaque, pela grande popularidade, como o Windows Media Video, DivX, XviD, Flash Vídeo, MPEG-1, MPEG-2, Quicktime Movie, MPEG Layer 3 (MP3), Windows Media Audio, dentre outros.

Também é necessário flexibilidade no acesso aos meios de armazenamento e distribuição dos vídeos, disponibilizados pela camada de fornecimento de conteúdo. Adicionalmente, como os vídeos são fornecidos através de redes de transmissão de dados, como a Internet, existe a necessidade de reconhecer também padrões de transmissão de fluxo de vídeos, como HTTP, RTP/RTSP, entre outros.

Basicamente o sistema de codificação recebe um conjunto de vídeos disponíveis localmente (em disco) ou através de URL, com o objetivo de gerar um fluxo único de vídeo com uma taxa constante de *bits*, mesma codificação, mesmo tamanho e etc. Isto é feito através de um processo de transcodificação, ou seja, o vídeo é convertido do seu formato original para outro formato. O fluxo de vídeo é fornecido pela camada de adaptação a camada subsequente do serviço.

4.3.2. Metadados

A convergência entre os serviços de televisão e web tem expandido o desenvolvimento das plataformas fornecedoras de serviços personalizados e de buscas baseadas em objetos, entrega e recepção de informações, resultando em cada vez mais opções de escolha para os espectadores-usuários. O detalhe é que, com o crescente número de canais e serviços interativos sendo disponibilizado dia após dia, o público passa a ter acesso a grades de programação armazenadas local e remotamente. Para tornar este modelo de TV Digital possível, é necessário um esquema de catalogação de metadados para os objetos multimídia, facilitando, assim, seu acesso por parte dos usuários. Uma vantagem da padronização dos metadados é justamente garantir a portabilidade entre sistemas que fazem uso de tais ferramentas de descrição [41].

Cada vídeo em um serviço de distribuição possui metadados de catalogação e identificação associados. Estes metadados podem ter sido fornecidos pelo proprietário do vídeo, como nome, autor, data de criação, mas também são dados inerentes do próprio vídeo, como quadros por segundo, resolução, tamanho, taxa de bits por segundo.

A regra de se conhecer o maior número de padrões de metadados existentes é válida aqui, porém com cautela, pois os padrões de metadados são em maior número, por exemplo, do que os padrões de codificação de vídeo e também são mais flexíveis. Deve haver uma avaliação criteriosa quanto à necessidade de conhecimento de determinados metadados.

A proposta de descrição para os metadados do serviço é aderente às especificações de metadados do TV-Anytime. Este padrão de descrição de metadados foi escolhido por ser flexível e de fácil adaptação às descrições de metadados da arquitetura proposta, bem como pela interoperabilidade que o TV-Anytime oferece. As seguintes entidades definidas no TV-Anytime foram utilizadas: canal, programa, programação.

Um canal é uma composição de vários programas que são organizados de acordo com uma programação. Um programa é constituído por um vídeo (sob demanda ou ao vivo) adquirido da camada de fornecimento de conteúdo. Por fim, uma programação é a organização temporal dos vários programas que constituem um canal. A Figura 11 ilustra as dependências entre as entidades canal, programa e programação.

Temos a possibilidade de criação de N canais, onde cada canal é associado a uma ou mais programações. Por exemplo, um canal pode ter uma programação criada para o turno da manhã, tarde, noite e madrugada, sendo composto por quatro programações. Cada programação é composta de uma lista de programas e suas respectivas datas para exibição.

Efetivamente, um canal exibe uma seqüência de programas, baseando-se nas programações associadas ao canal.

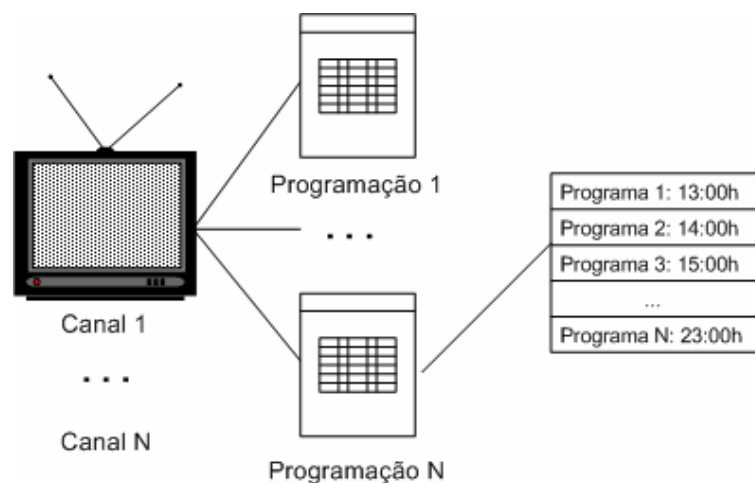


Figura 11: Dependência entre canal, programa e programação.

4.3.2.1. Metadados para Canal

Os dados que descrevem um canal no serviço deverão suprir os seguintes requisitos:

- Identificação do canal no serviço;
- Fornecer informações acerca dos programas veiculados no mesmo (qual o tipo de programação que o canal oferece);
- Viabilizar a localização do fluxo de vídeo em um canal.

Para a entidade canal, o modelo TV-Anytime não especifica diretamente metadados correlacionados. Contudo, para o serviço proposto se faz necessário à adoção de um sistema de metadados para esta entidade. Nesse caso, foram escolhidos alguns modelos da hierarquia do TV-Anytime, utilizando atributos da hierarquia <ProgramInformationType> e em um nível abaixo com <BasicDescription> e <AVAAttributes>.

- Nome (<Title>) – Nome do canal;
- Descrição (<Synopsis>) – Descrição do canal;
- Bitrate (<BitRate>) – Taxa máxima de bits por segundo do fluxo de vídeo do canal;
- Logotipo – Imagem identificadora do canal;
- URL Canal <Program> – Endereço virtual de acesso ao canal;
- País (<ProductionLocation>) – País de onde o canal é distribuído;
- URL Metadados (<InstanceMetadataId>) – Endereço virtual de acesso aos metadados do canal;
- Aspect Ratio (<AspectRatio>) – Razão de aspecto do canal (4:3, 16:9);

- Tamanho Horizontal (<HorizontalSize >) – Tamanho horizontal do vídeo em pixels;
- Tamanho Vertical (<VerticalSize >)– Tamanho vertical do vídeo em pixels.

4.3.2.2. Metadados para Programa

Os dados que descrevem um programa devem suprir os seguintes requisitos: identificação do programa; fornecer informações acerca do programa (sinopse, classificação, etc).

- Nome(<Title>) – Nome do programa;
- Sinopse(<Synopsis>)– Sinopse do programa;
- Gênero(<Genre>) – Gênero do programa;
- Tags (<Keywords>) – Palavras-chaves relacionadas ao programa;
- Língua Original (<Language>) – Língua que é falada no programa.opções de legenda para este programa (quando da existência de legendas);
- Línguas (<SignLanguage>) – Opções de áudio para este programa, ou seja, opções de dublagens para o programa;
- Data de criação (<ProductionDate>) – Data de criação do programa;
- País (<ProductionLocation>) – País de lançamento do programa;
- Data de lançamento(<DepictedCoordinates>) – Data de lançamento do programa;
- Créditos (<CreditsList>) – Créditos de participação e produção do programa;
- Avaliação (<ParentalGuidance>) – Avaliação do programa por parte dos usuários;
- URI (<otherIdentifier>) – Endereço do programa (URL);
- Duração (<PublishedDuration>) – Tempo, em segundos, da duração do vídeo. (este atributo pertence a <ScheduleEventType>, foi adaptado para programa;
- Ao Vivo (<Live>)– Se o programa é uma transmissão ao vivo;
- Comentário (<ParentalGuidance> – Comentário escrito sobre o programa feito pelos usuários;
- Canal (<Program>)– Canal ao qual o programa pertence;
- Classificação – Classificação etária para um programa.
- Episódios (EpisodeOf) – Se o programa é dividido em partes, como uma serie.

4.3.2.3. Metadados para Programação

A programação de um canal é composta por programas organizados de acordo com suas datas e seus horários de início e de fim. As informações fornecidas, então, devem suprir

o requisito básico de informar ao usuário quais programas estarão disponíveis para uma determinada faixa de horário. Além destas informações os metadados de eventos de programação, contêm todos os atributos sobre programas.

O modelo de metadados do TV-Anytime descreve através do <ScheduleEventType> vários metadados no que diz respeito a eventos de programação. Cada entrada que compõe a programação do serviço deverá ser formada pelos seguintes atributos

- Canal (<Program>) – Canal associado a essa entrada;
- Programa (<ProgramURL >) – Programa associado a essa entrada;
- Data e Horário de Início (PublishedStartTime>) – Horário de início do programa na programação;
- Data e Horário de Fim (<PublishedEndTime>) – Horário de fim do programa na programação.

A camada de adaptação recebe um conjunto de metadados originados da camada de fornecimento de conteúdo, metadados esses que podem ser adaptados automaticamente, ou fornecidos manualmente. A adaptação basicamente consiste na equivalência entre os atributos originais dos metadados recebidos aos atributos dos metadados definidos para o serviço. Após a equivalência, esses metadados são convertidos para os metadados relacionados a canal, programa e programação definidos para o serviço e então disponibilizados para a próxima camada da arquitetura: a camada de distribuição.

4.4. Camada de Distribuição

A camada de distribuição é responsável pela entrega dos conteúdos adquiridos da camada de adaptação: vídeo adaptado pelo sistema de codificação e metadados traduzidos para o padrão definido para o serviço.

4.4.1. Rede de Vídeo Digital

O serviço utiliza a Rede de Vídeo Digital da RNP [28], responsável por prover a infraestrutura de distribuição de conteúdo multimídia, sob a forma de vídeo ao vivo ou sob demanda, utilizando-se diversos meios de difusão da informação pela rede.

A arquitetura da RVD [28] baseia-se em uma estrutura de múltiplos níveis de distribuição: servidor-*proxy*, *proxy-proxy* e *proxy-cliente*, podendo existir diversos níveis de distribuição *proxy-proxy*. A Figura 12 ilustra a arquitetura de distribuição de vídeo.

Os servidores de vídeo atuam como fontes para os fluxos de vídeo digital, fluxos estes que podem advir de arquivos armazenados localmente (vídeo sob demanda) ou de dispositivos de captura (vídeo ao vivo). A idéia é que as instituições colaboradoras (provedoras de conteúdo) responsáveis pelas aplicações usuárias do serviço mantenham seus próprios servidores e recursos associados. Opcionalmente, para incrementar os requisitos de tolerância a falhas, uma instituição poderá utilizar diversos servidores de vídeo, onde cada servidor de vídeo poderá possuir atribuições específicas (armazenar parte de um acervo de vídeos, por exemplo).

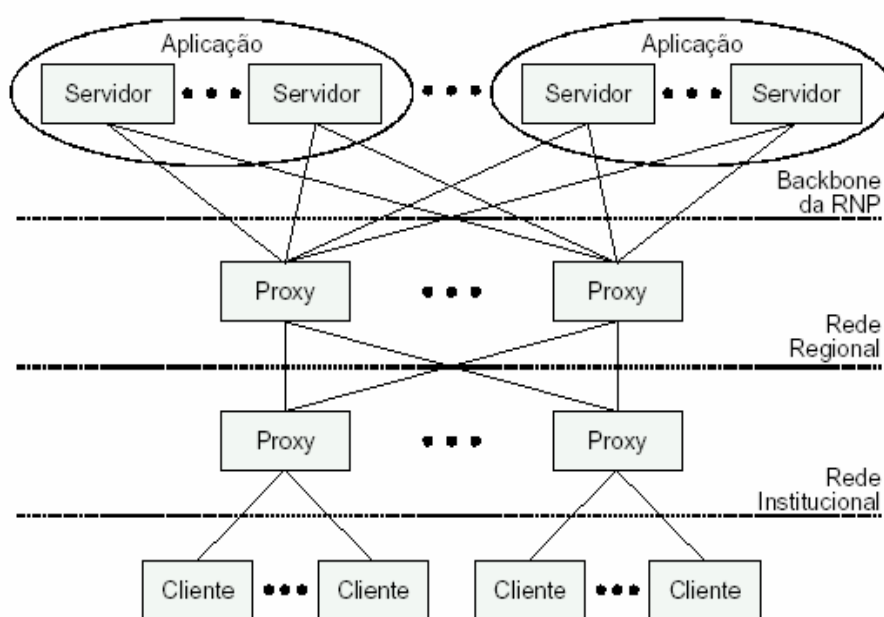


Figura 12: Arquitetura de distribuição de vídeo da RVD.

Um *proxy* também implementa uma *cache* (armazenada em memória volátil para vídeos ao vivo e em disco para vídeos sob demanda), utilizada por aqueles vídeos de maior audiência. A arquitetura permite a conexão em cascata de *proxies*, configurando assim uma hierarquia de múltiplos níveis de *cache*. A principal vantagem desta abordagem é a distribuição otimizada do tráfego no *backbone* da RNP, redes regionais, redes institucionais e até mesmo nas redes locais [42].

Como entrada para o componente de distribuição de vídeo, tem-se o fluxo gerado pelo sistema de codificação. Esse fluxo representa a instância de um canal, ou seja, o fluxo é gerado a partir de vários programas (vídeos) que são organizados de acordo com uma programação. A programação é passada ao sistema de codificação que adiciona os programas em seqüência, realizando a transcodificação e gerando um fluxo único a ser entregue pela RVD.

Por fim, a RVD foi escolhida como rede de distribuição por ser um projeto consolidado e aberto para distribuição de vídeo, possuindo todos os requisitos e infra-estrutura necessários ao desenvolvimento do serviço proposto.

4.4.2. Gerenciador de Metadados

O Gerenciador de Metadados é responsável pelo gerenciamento dos metadados do sistema, como adição, remoção e inserção. Além disso, provê a funcionalidade de acesso e distribuição dos metadados para a camada de apresentação. Todo o gerenciamento está de acordo com o padrão de metadados baseado no TV-Anytime, especificado na seção 4.3.2.

4.5. Camada de Apresentação

Nesta camada, os serviços têm por finalidade a interação dos serviços das outras camadas com o usuário final. Ao usuário, devem ser apresentadas interfaces de acesso ao sistema, com a apresentação do conteúdo visual através de *players*, sistemas de busca, de personalização, de gerenciamento, entre outros.

4.5.1. Player de Vídeo

A distribuição de vídeo através de redes de distribuição de conteúdo dar-se através de URLs de acesso ao conteúdo, que possuem uma sintaxe definida pela rede de distribuição de conteúdo empregada. O acesso a essas URLs geralmente é feito por um Portal Web, onde é apresentado ao usuário as URLs de acesso aos vídeos. Essas URLs muitas vezes estão embutidas no próprio portal, que oferece as facilidades de visualização dos vídeos, através do uso de *players* embutidos.

Uma vez que se possua uma URL de acesso aos vídeos, o mesmo pode ser acessado a qualquer momento, através de um *player* de vídeo isolado, ou seja, não é necessário sempre ir ao Portal visualizar os vídeos.

Os fluxos de vídeos gerados pela camada de distribuição têm o objetivo de serem o mais compatíveis com os diversos *players* de vídeo disponíveis. Então os usuários tem a possibilidade de receberem URLs, por exemplo, por e-mail, com endereços para canais ou vídeos do serviço e então utilizarem *players* instalados em seus computadores para o acesso ao vídeo. Alguns exemplos de players são o VLC, Windows Media Player, Quicktime Player, entre outros.

4.5.2. Portal Web

O Portal Web é a interface de interação com os usuários finais do serviço, responsável por manter o controle de acesso, apresentar o conteúdo disponível no serviço, suportar buscas, inserções e alterações de conteúdo, administração do sistema, ou seja, todo o modelo de negócios da aplicação usuária do serviço de distribuição.

Dentre as várias funcionalidades providas pelo *Portal Web*, para a arquitetura proposta, destacamos os seguintes: sistema de autenticação, ferramenta de grade de programação, *Web EPG*, *player* de vídeo, canais e administração do sistema.

O sistema de autenticação é necessário ao suporte das funcionalidades de geração de canais (grade de programação) e administração e manutenção do sistema. A ferramenta de grade de programação é responsável por auxiliar na geração de canais para o sistema, apresentando ao usuário os vídeos disponíveis e os meios para a criação das grades de programação dos canais. O *Web EPG* é responsável por apresentar a grade de programação dos canais disponíveis no serviço. O *player* de vídeo é utilizado no portal de forma embutida no portal, exibindo o vídeo diretamente ao usuário. Os canais devem ser apresentados ao usuário de maneira explícita e direta, uma vez que o foco do serviço é a apresentação de canais. Podem ser apresentados como pacotes de canais, ou seja, agrupamento de canais com características semelhantes, como gênero ou classificação etária, semelhante ao que acontece em sistemas de TV a cabo ou satélite. Por fim, temos o sistema de administração, responsável por fornecer o acesso às funções de cadastramento de usuários, administração de vídeos e canais (adição, criação, remoção), entre outras.

5. ESTUDO DE CASO: RNPTV

No intuito de validar a arquitetura do serviço proposto no capítulo 4, foi desenvolvido um estudo de caso aplicado a Rede de Vídeo Digital (RVD) da Rede Nacional de Ensino e Pesquisa (RNP). O trabalho foi desenvolvido no contexto do Grupo de Trabalho de TV Digital da RNP [43], criado para desenvolver uma plataforma que não só viabilize, mas potencialize as transmissões de TV através da Internet, com recursos disponíveis no âmbito de TV digital. Dessa forma, a intenção é que a infra-estrutura desenvolvida em conjunto com as aplicações seja utilizada para transmissão de canais de interesse da RNP e de suas instituições parceiras, criando a Rede de Televisão Digital da RNP (RTD da RNP, ou simplesmente RTD) [41].

A RTD foi desenvolvida com o intuito de apresentar ao usuário de Redes IP, como a Internet, a experiência de receber conteúdo televisivo. O conteúdo da RTD é focado na integração entre vídeo digital, proveniente de diversas fontes, como transmissões de TV Digital, vídeos em redes de distribuição de conteúdo (CDN), entre outros. Além disso, é possível a criação de programações a partir da base de dados disponível no serviço, de maneira que o usuário, tanto administrador como o cliente, tenham a experiência de trabalhar com programações de conteúdo, análogo ao que acontece em um canal de TV.

Para suportar a infra-estrutura de criação da RTD, foi desenvolvido o serviço RNPTV, modelado como uma instância da arquitetura proposta no capítulo 4. Todas as camadas do serviço estão contempladas no RNPTV, como podemos ver na Figura 13.

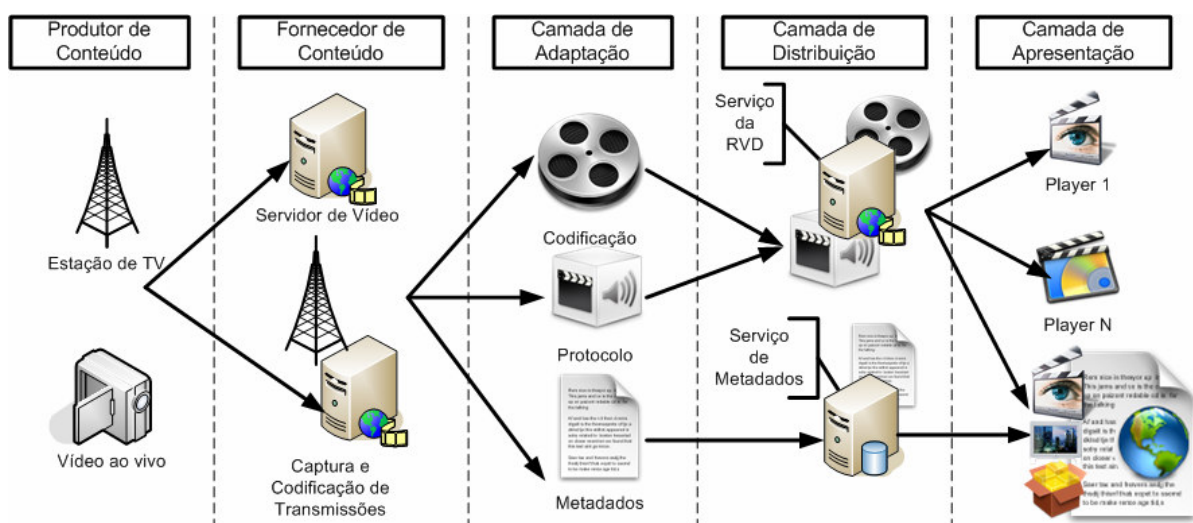


Figura 13: Modelo Conceitual do RNPTV.

Na camada de produção de conteúdo, temos a representação de conteúdo de vídeo gerado por estações de TV como produtores de conteúdo. A produção independente pode ser representada por uma transmissão ao vivo de um evento, como um congresso ou palestra.

O fornecimento de conteúdo é feito de duas maneiras: através de vídeos já codificados em formato digital ou por recepção de sinais de estações de TV que são codificados por *software* ou *hardware*. Em ambos os casos, os vídeos acessados estão disponíveis no acervo de vídeos da RVD, em formato sob demanda ou ao vivo.

Uma transmissão de um canal é caracterizada por um fluxo contínuo de vídeos apresentados seguindo-se uma linha cronológica (programação). Para prover um fluxo de vídeo a partir da integração de vários vídeos, muitas vezes com formatos diferentes, é necessário que a camada de adaptação reconheça três tipos de dados: formato de codificação (Windows Media Vídeo, MPEG-1, MPEG-2, etc.), protocolo de transmissão em rede (HTTP, UDP, RTSP, etc.) e metadados (taxa de *bits*, formato, título, duração, etc.). Então, para a camada de distribuição é disponibilizado um fluxo único de vídeo em um único padrão de codificação e transmissão, com os metadados adaptados ao padrão descrito no capítulo 4.

A camada de distribuição é responsável por tornar os canais disponíveis aos usuários do serviço. O RNPTV, cuja arquitetura é apresentada na Figura 14, foi desenvolvido como uma aplicação que utiliza a RVD (tanto como consumidor como produtor de conteúdo) e usa essa rede para a distribuição do conteúdo. Além dos vídeos, um serviço de disponibilização de metadados foi desenvolvido nessa camada. O gerenciador de metadados é responsável por inserir, remover, editar e disponibilizar os metadados do serviço. Neste caso, os metadados são apresentados ao usuário pelo portal, o qual integra a camada de apresentação.

Por fim, a camada de apresentação possui as interfaces de acesso ao serviço, disponibilizadas através de um portal. O portal é responsável pela apresentação ao usuário dos meios para criar e acessar o conteúdo do serviço. Pelo portal, é possível cadastrar vídeos, metadados, programas, canais, criar programações e ter acesso ao conteúdo de maneira que o usuário possa experimentar o conceito de TV visualizada pela Internet.

5.1.Base de Dados

A base de dados do RNPTV armazena os metadados dos programas e canais, funcionando como um repositório de metadados para objetos multimídia. Além destas, também são mantidas as informações dos usuários e grades de programação.

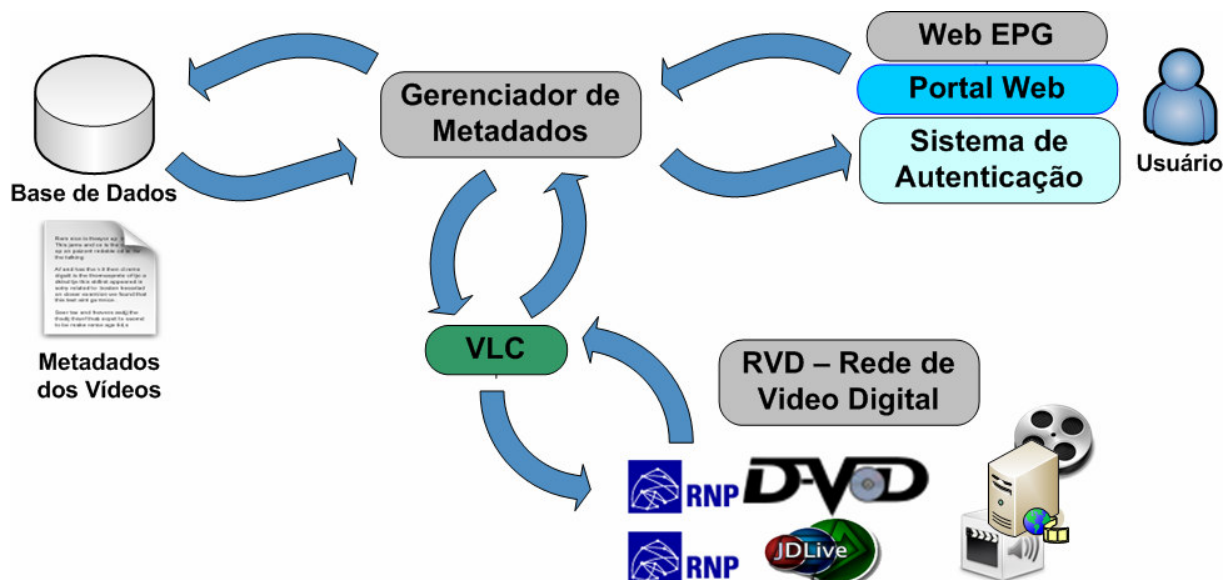


Figura 14: Arquitetura do RNPTV.

Dentre as informações pertinentes, estão presentes os metadados especificados na seção 4.3.2, como o título, duração, gênero e língua do vídeo, dentre outras. Também estão presentes dados relativos aos usuários, como nome do usuário e senha. Por fim, estão armazenadas as grades de programação, com as informações dos horários de início e fim de execução da grade e os vídeos que a compõem.

Para gerenciar estes dados, o sistema gerenciador de bancos de dados (SGBD) escolhido foi o PostgreSQL [44]. Visando facilitar a interação entre o SGBD e a aplicação, foi adicionada ao sistema uma camada de persistência que gerenciasse a impedância objeto-relacional, gerada pelo uso de diferentes paradigmas, objetos JAVA e tabelas relacionais no SGBD, implementada pelo *framework Hibernate* [45].

5.2. Gerenciador de Metadados

O Gerenciador de Metadados (GM) é o núcleo central do sistema, responsável por dar suporte às manipulações dos metadados (inserções, remoções e alterações dos metadados), além de gerenciar as buscas e requisições feitas pelos usuários através de um guia de programação eletrônica (EPG) para a *Web*. Ainda no Gerenciador de Metadados está implementado um módulo de comunicação responsável por configurar as grades de programação no VLC – *VideoLAN Client* [46], chamado *VLCCommander*. O VLC é responsável pela transcodificação da grade de programação em um fluxo contínuo, e será detalhado na seção 5.4.

Temos como funções do Gerenciador de Metadados:

- Gerenciar as buscas e requisições feitas pelos usuários, através do *Web EPG*, à base de metadados;
- Prover o acesso à base de metadados, suportando as manipulações dos metadados: inserções, remoções e alterações;
- Prover o acesso à base de metadados para o componente *VLCCCommander*.

O Gerenciador de Metadados implementa uma interface de acesso à base de metadados chamada de *Data Access*, a partir da qual torna-se possível os demais módulos do sistema terem acesso à base de dados.

O *Data Access* foi implementado utilizando o padrão *Data Access Object* (DAO), responsável pela persistência de objetos (gravação, recuperação, exclusão, etc.). O DAO cria uma camada separando as rotinas de acesso a banco de dados (geração de SQL) das rotinas de negócio, de tal modo que a gravação dos objetos é feita de forma transparente. Então, os objetos podem utilizar base de dados sem a necessidade de saber detalhes específicos de sua implementação.

Para a persistência da camada DAO, foi utilizado o *Hibernate*, um framework que permite a persistência de objetos em banco de dados relacionais, de maneira transparente e para qualquer tipo de aplicação Java, seja ela baseada na Web, como o Gerenciador de Metadados, ou aplicações para *Desktop*. Na Figura 20 é ilustrado como ocorre a interação entre os elementos que compõem as camadas do DAO.

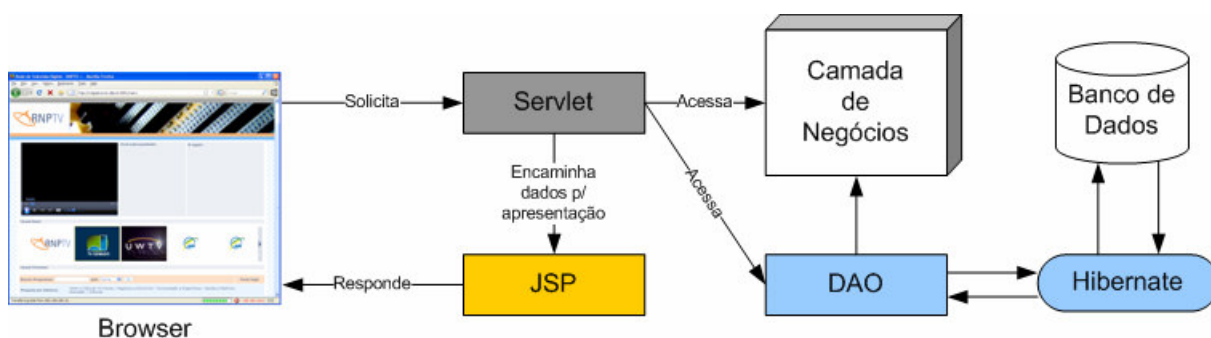


Figura 15: Interação entre as camadas do sistema.

Podemos observar na Figura 15 que o *browser* executa a aplicação do RNPTV, que por sua vez, gera as requisições de consulta, repassadas ao *Servlet*. Este, por sua vez, gera as requisições de consulta a camada de negócios, utilizando o padrão DAO. Então o DAO comunica-se com o *framework* de persistência de objetos *Hibernate*, que, efetivamente, faz a consulta ao banco de dados. Os resultados são retornados ao *Servlet* para encaminhamento a camada de apresentação e exibição pelo *browser*.

5.3.VLC

O serviço RNPTV trabalha com integração de vídeos, o que implica uma base de vídeos heterogênea, com diversos padrões de codificação, taxa de *bits*, formato, etc. Além disso, para o processo de geração de canais, é necessário um fluxo composto por vários vídeos, com uma saída homogênea, ou seja, com o mesmo padrão de codificação, taxa de *bits*, formato, etc.

Neste contexto, para a geração de um fluxo de vídeo com essas características é necessário um sistema de transcodificação. Para o RNPTV, os seguintes requisitos para o sistema de transcodificação foram utilizados:

- Reconhecimento da maior quantidade de padrões possíveis de codificação de vídeo e áudio;
- Reconhecimento da maior quantidade de fontes de vídeos: acesso a disco e acesso pela rede (HTTP, RTP/RTSP, UDP, etc.);
- Código fonte livre (*Open Source*).

Para atender a estes requisitos, o *software* escolhido foi o VideoLAN (VLC) [46]. O VLC consegue decodificar a maioria dos formatos de vídeo existentes, a partir de diversas fontes, como discos rígidos, HTTP, RTP/RTSP, UDP, entre outras. Entre suas funcionalidades desejáveis ao serviço está a habilidade de criar listas de reprodução a partir de diversos endereços na Internet.

O módulo *VLCCommander*, implementado no gerenciador de metadados, é responsável por verificar periodicamente a base de dados por grades de programação. Caso existam grades de programação, o *VLCCommander* comunica-se com o VLC, configurando-o com uma sequência de vídeos ordenados cronologicamente, de acordo com a programação da grade. A sequência de vídeos é composta por URLs contendo a localização dos fluxos de vídeos, oriundos de fontes externas, radiodifusão ou da própria RVD.

Uma vez configurado, o VLC inicia a grade de programação no horário previamente agendado. Nessa etapa, o VLC busca o fluxo de vídeo a partir da URL e realiza a transcodificação em tempo real, gerando um fluxo único e homogêneo de todos os vídeos que compõem a grade de programação, de modo similar a um canal de TV.

O fluxo de vídeo gerado durante o processo de transcodificação é enviado à RVD para distribuição, ficando acessível através de uma URL. Caso o usuário tenha a URL do canal, é possível utilizar um *player* de vídeo instalado em um computador pessoal para a visualização. Esta solução é particularmente interessante para canais fixos (a URL não muda). Neste caso, o

usuário não precisa acessar o Portal RNPTV, basta abrir a URL que o canal já estará disponível em sua área de trabalho.

Outro procedimento para visualização é através do Portal RNPTV, onde o canal está disponível. Além de ver o fluxo de vídeo do canal, o usuário tem acesso a informações adicionais sobre o vídeo e a programação, como será detalhado na seção 5.4.

5.4.O Portal RNPTV

O Portal RNPTV é a interface de interação com os usuários finais da aplicação. Ele inclui buscas e visualização dos programas e canais disponíveis, possibilita o cadastramento de usuários, gerenciamento de conteúdo e a criação de canais. Além disso, o Portal também disponibiliza um guia de programação, responsável por apresentar as grades de programação dos canais criados, permitindo que o usuário consulte informações sobre a grade quando desejar.

O Portal apresenta como principais funcionalidades a exibição contínua do fluxo de vídeos do Canal de TV da RNP em um *player* multimídia em sua página principal, o *Web EPG* que permite ao usuário navegar pelo guia de programação, uma ferramenta desenvolvida para auxiliar à geração de grades de programação de canais, um sistema de administração de conteúdo e um sistema de busca de vídeos. A Figura 16 apresenta a página inicial do Portal RNPTV.

A idéia principal da página inicial é a exibição imediata do Canal de TV da RNP. Este canal é permanente, mantido e criado pela RNP, com vídeos disponíveis na Rede de Vídeo Digital da RNP. É possível ver a descrição (metadados) do programa atualmente em exibição no canal (ver Figura 16: “você está assistindo”) e a programação corrente do canal (ver Figura 16: “a seguir”).

O *Web EPG* apresenta todos os canais cadastrados no serviço, representados em dois pacotes: *Basic* e *Premium*. Canais *Basic* são classificados como de resolução baixa (taxa de *bits* máxima de 300kbps e resolução máxima de 320x240), mais aceitável para visualização em uma tela menor, como uma janela dentro do Portal. Já os canais *Premium* são de melhor qualidade, com resoluções a partir de *Standard Definition* (SDTV) até canais em *High Definition* (HDTV), recomendado para visualização em tela cheia ou conectado a uma TV.

Também é disponibilizada a busca dos programas disponíveis no serviço, tanto de forma manual, onde o usuário entra com palavras-chaves que deseja procurar, ou buscas pré-definidas, por gêneros, como Computação e Engenharia, Educação, Saúde e Medicina, etc.



Figura 16: Página Inicial do RNPTV.

O Portal tem uma área de autenticação através de usuário e senha, acessível a partir do link “Fazer Login”. O acesso ao Portal é controlado pelo sistema de autenticação, descrito na seção 5.4.2. Ao efetuar *login*, de acordo com os papéis associados a cada usuário, serão apresentadas as opções de acesso ao sistema, que são: gerenciamento de usuários, gerenciamento de programas, gerenciamento de canais e gerenciamento de grade de programação.

O gerenciamento de usuários possibilita a criação, remoção, alteração de papéis, senhas e os dados associados aos usuários. O gerenciamento de programas possibilita a adição, exclusão e alteração de programas no serviço. Os programas cadastrados no serviço são utilizados como fontes de vídeos para a criação de grades de programação. Caracterizamos um programa no serviço como sendo um fluxo de vídeo sob demanda. O gerenciamento de canais tem as mesmas funcionalidades do gerenciamento de programas, contudo um canal no serviço é caracterizado por um fluxo de vídeo ao vivo. Exemplos desse tipo de fluxo são transmissões de vídeo ao vivo pela RVD ou outros canais disponíveis na Internet, como UWTV [47] ou NBR [48]. Por fim, o gerenciamento de grade de programação possibilita ao usuário a criação de uma grade de programação, a partir dos programas e canais cadastrados no serviço.

5.4.1. Web EPG

O *Web EPG* implementa o conceito tradicional de Guia Eletrônico de Programação em um formato para a *Web*. Consiste em exibir as informações sobre a programação do canal corrente em exibição no *player*. Essas informações são relacionadas ao programa atualmente exibido (“você está assistindo”), e informações sobre a programação do canal (“a seguir”). Além disso, o *Web EPG* exibe a lista de canais disponíveis no serviço, classificados em dois pacotes: canais *Basic* e *Premium*.

5.4.2. Sistema de Autenticação

O Sistema de Autenticação é responsável pela definição das permissões dos usuários do Portal RNPTV. Esse sistema utiliza o modelo de separação de responsabilidades, onde o usuário tem papéis. Cada papel representa um conjunto de permissões de autorização para executar operações dentro sistema, de forma que o usuário só terá permissão de acessar as partes do sistema definidas em seu papel.

Para isso é utilizado o *Middleware* de Autenticação e Controle de Acesso (MACA) [49] que disponibiliza serviços de autenticação de usuários e controle de acesso. É um sistema independente de plataforma e linguagem de programação que segue o modelo para controle de acesso baseado em papéis (RBAC – *Role Based Access Control*) padronizado pelo *National Institute Standards and Technology* (NIST) [50]. O RBAC tem características adequadas para definição e administração viável de políticas de acesso, particularmente em aplicações corporativas emergentes, que demandam um controle com granularidade fina para um grande número de usuários e recursos [51].

Para o RNPTV, foram definidos três papéis principais: usuário, administrador de programas e administrador de grade. O papel de usuário dá privilégios simples no sistema, para fins de contabilidade e classificação dos programas. Pode ser utilizado também em serviços de personalização e colaboração. Já o papel de administrador de programas fornece permissões de acesso aos módulos de gerenciamento de programas e gerenciamento de canais, descritos na seção 5.4. Com esse papel, é possível adicionar, alterar e excluir canais e programas do serviço. Por fim, o administrador de grade tem permissões de adição, alteração e exclusão de grades de programação do sistema.

O modelo de acesso baseado em separação de papéis atribui uma característica importante ao serviço: a definição de usuários especializados. Por exemplo, um usuário pode ter apenas a permissão de gerenciamento de programas e outro usuário apenas a permissão de

gerenciamento de grades de programação. O primeiro é especialista em conteúdo, selecionando programas de interesses diversos e adicionando-os ao sistema, enquanto o segundo, especialista em programação, utiliza a base de dados criada pelo primeiro usuário para organizar os programas em uma programação consistente e atrativa.

5.4.3. Geração de Canais

A geração da grade de programação é auxiliada pela Ferramenta de Geração de Grade de Programação, desenvolvida como uma aplicação *Web*, acessível através do Portal RNPTV. A ferramenta fornece uma interface intuitiva ao usuário para a configuração e publicação de uma grade de uma grade de programação, a partir dos programas cadastrados no serviço. A Figura 17 apresenta a interface de usuário da ferramenta de geração de grade de programação. Pela interface é possível definir a data e hora do início da grade de programação. À direita, estão disponíveis todos os programas e canais cadastrados no serviço. Por padrão, existem duas bases de vídeo: RNPTV e Ao Vivo, contudo o sistema suporta várias bases simultâneas de vídeos.

Para a criação da grade é necessário selecionar os programas. Para tanto, o usuário deve clicar no ícone “+”, fazendo com que o programa seja adicionado na grade de programação à esquerda. Automaticamente, são calculados os horários de início e fim, dependendo do tamanho do programa. Uma vez que vários programas tenham sido inseridos para compor uma grade, o usuário pode reorganizar os programas, utilizando as setas para cima e para baixo. Também é possível apagar os programas da grade, clicando-se no ícone “x”. Ao adicionar um programa ao vivo, é necessário especificar a duração do vídeo ao vivo a ser inserido na grade programação.

Por fim, para encerrar a criação da grade, é necessário clicar no ícone “Finalizar Programação”. Nesse momento, a programação é gravada na base de dados do serviço. Vale salientar que é possível criar várias grades, de modo que o usuário pode criar uma programação diária, semanal ou mesmo mensal do seu próprio canal.

Uma vez que as grades estejam cadastradas, o módulo *VLCCommander*, do Gerenciador de Metadados, fica encarregado de verificar a base de dados periodicamente e disparar a execução de grades de programação para o VLC. O VLC realizará a transcodificação em tempo real dos programas, gerando um fluxo único de vídeo para o canal, repassando-o a RVD para distribuição.

Voltar | Logado como Rnptv | Logout

Data: 03/07/2008 Horário: 11 : 25 : 00 OK Limpar Finalizar Programação

Nome	Início	Fim			
Jarhead	11:25:00 03/07/08	11:27:11 03/07/08	✗		↓
SharkTale	11:27:11 03/07/08	11:29:30 03/07/08	✗	↑	↓
SharkTale	11:29:30 03/07/08	11:31:49 03/07/08	✗	↑	↓
Madagascar	11:31:49 03/07/08	11:33:43 03/07/08	✗	↑	↓
TheMatrixReloaded	11:33:43 03/07/08	13:41:02 03/07/08	✗	↑	

Nome do Programa: ThankYouForSmoking

Base: RNPTV

País: Brasil

Sinopse: Aaron Eckhart stars as Nick Naylor, a sexy, charismatic spin-doctor for Big Tobacco who will fight to protect America's right to smoke

Duração: 149

Língua: Português

Tag: Artes e Ciencias Humanas

RNPTV **AOVIVO**

TheMatrixReloaded	02:07:19	+	↑
Doom	00:01:15	+	
Capital Mundial das Redes	00:07:00	+	
Jarhead	00:02:11	+	
SharkTale	00:02:19	+	
Madagascar	00:01:54	+	
BBC4	00:47:53	+	
ThankYouForSmoking	00:02:29	+	
BBC	00:48:12	+	↓

Língua Original: Português

URI: /home/gttv/ThankYouForSmoking.avi

Figura 17: Ferramenta de Geração de Grade de Programação.

5.5.Demonstração WRNP 2007

O objetivo da demonstração foi apresentar ao público o serviço de distribuição de TV da RNP, que consiste na criação de um canal de TV da RNP a partir de fontes diversificadas de vídeo ao vivo, sob demanda, canais de TV convencional e vídeo HDTV, bem como da configuração de uma grade de programação. Além disso, um dos focos da demonstração foi o Portal de TV Digital, através da visualização de canais e vídeos disponíveis no serviço, este último através do *Web EPG* e de ferramentas responsáveis pela recuperação da grade de programação e exibição dos canais de TV.

Os objetivos principais da demonstração foram:

- Demonstrar a montagem de uma grade de programação de um canal de TV para a Internet. A criação do canal foi feita a partir de vários vídeos e eventos ao vivo disponíveis na Rede de Vídeo Digital (RVD) e de outros locais na Internet, incluindo a própria transmissão do WRNP.
- Navegação pela grade de programação, através do *Web EPG*. A interface do guia de programação, acessada através da Internet, foi responsável por carregar a programação dos diversos canais disponíveis na Rede de distribuição de TV da RNP e exibir ao usuário.
- Exibição dos canais disponíveis no *Web EPG* pelo navegador ou pela TV. Os conteúdos disponíveis na Rede de distribuição de TV da RNP são variáveis, existindo conteúdos de baixa qualidade até alta definição (HDTV), sendo

classificados em pacotes de programação. A exibição dos canais do pacote básico (*Basic*) de programação foi realizada pelo navegador enquanto conteúdos de definição padrão e alta (*Premium*) foram exibidos em uma TV de alta definição.

A demonstração utilizou os seguintes equipamentos um computador Intel Celeron 2.66Ghz, com memória RAM de 512MB, interface de rede Ethernet 10/100Mbps e disco rígido de 200GB, rodando o sistema operacional Linux. Esse computador atuou como servidor de vídeo HDTV e SDTV, utilizando uma placa de codificação SDTV em *hardware* Hauppauge WinPVR-500 conectada a rede local de TV a cabo, e uma placa com interface de conexão FireWire, para recebimento do vídeo HDTV da câmera. Outro computador Intel Pentium IV 2.8Ghz com 512MB de RAM, interface de rede 10/100Mbps e Windows XP Professional instalado foi usado para a demonstração do Portal RNPTV. A rede interna instalada foi Gigabit Ethernet com um *link* externo de 1 Gbps.

O esquema da demonstração é apresentado na Figura 18. Para ilustrar as várias fontes de vídeo suportadas para criação de canais, foi disponibilizada uma fonte de vídeo HDTV, gerada a partir de uma câmera HDTV, fontes de vídeo ao vivo, sob demanda, canais de TV (disponíveis na Internet) e fontes de vídeos SDTV, a partir da captura e codificação de canais de TV a cabo.

O canal da RNP gerado durante o evento para demonstração foi composto de vídeos sob demanda disponíveis na RVD e da transmissão ao vivo do evento WRNP2007.

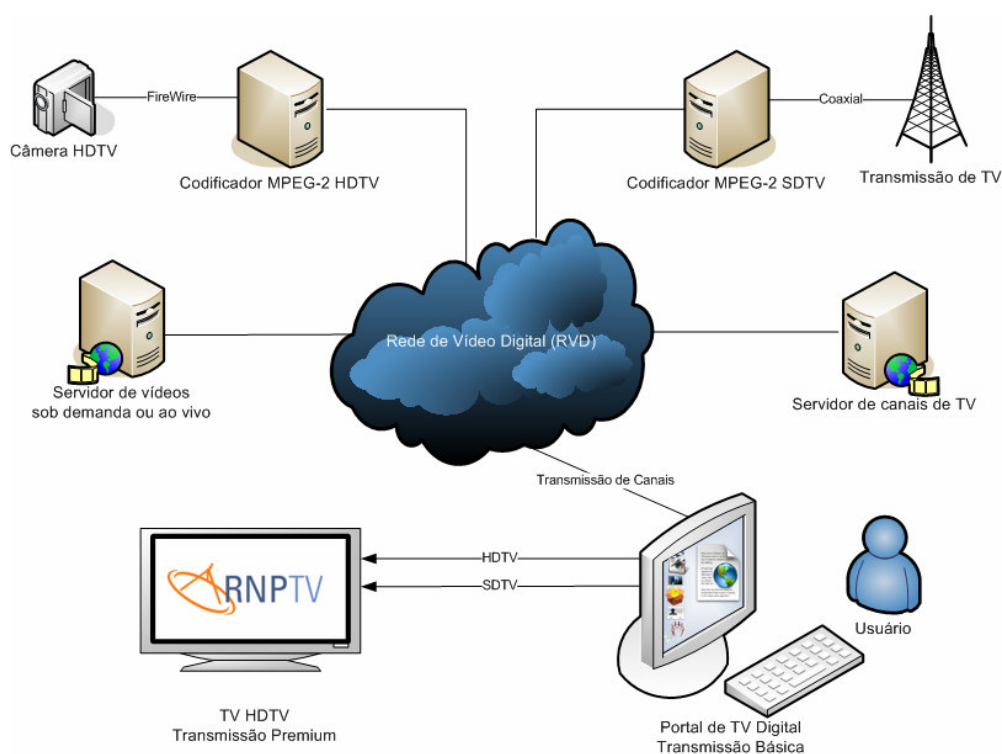


Figura 18: Arquitetura da Demonstração WRNP 2007.

6. CONCLUSÃO

Este trabalho propôs um serviço de criação e distribuição de canais de TV em redes IP. Foram apresentados conceitos relacionados a televisão, vídeo digital, redes de transmissão de dados e das possibilidades de integração de destas tecnologias. Para validação da proposta, foi implementado uma arquitetura de referência, onde foi modelada a integração de canais de TV e vídeo na Internet como um serviço de distribuição de conteúdo.

A validação da arquitetura proposta deu-se através da implementação do serviço RNPTV, onde foi priorizada a distribuição de vídeo. O desenvolvimento do RNPTV foi suportado pela Rede Nacional de Ensino e Pesquisa (RNP), através do projeto do Grupo de Trabalho de TV Digital.

6.1. Resultados e Contribuições

Uma das contribuições do presente trabalho foi o estudo de como integrar conceitos de televisão em um sistema baseado na *Web* para distribuição de conteúdo em redes de dados, como a Internet. A partir desse estudo, foi concebida uma proposta arquitetural para a viabilização dos conceitos formulados. Então, foi possível implementar uma solução tecnológica para validar o conceito proposto.

No serviço RNPTV foram desenvolvidos componentes que atendem aos requisitos da arquitetura proposta, como o Gerenciador de Metadados e o Portal RNPTV. Outrossim, foram incorporados ao serviço componentes já disponíveis, como a Rede de Vídeo Digital da RNP. Um dos principais componentes implementados foi a ferramenta de grade de programação que atribui um fator inovador ao serviço, além do *Web* EPG e do Portal. Outra contribuição é a possibilidade de integrar vídeos disponíveis na Internet em um único e homogêneo fluxo de vídeo, função essa de responsabilidade do sistema de transcodificação.

As contribuições alcançadas na realização deste trabalho agregaram no cenário das redes de distribuição de conteúdo novos tipos de aplicações. Os resultados obtidos, sobretudo no âmbito prático, nos permitem não apenas posicionar a proposta ora apresentada no contexto mundial como também apresentar novas possibilidades de serviços nesse contexto. Isso fica evidente no quadro apresentado na Tabela 7, onde analisamos o RNPTV juntamente com a Plataforma de Distribuição de Conteúdo Multimídia (PDCM) [29] e o Sistema de Gestão de Propriedades Digitais (SGPD) [31].

	PDCM	SGPD	RNPTV
	Suporte		
Entrega de conteúdo multimídia, como vídeo, músicas, fotos, telefonia, entre outros em redes de dados, como a Internet	Total	Parcial	Parcial
Sistemas de armazenamento massivo de dados	Indefinido	Total	Não se aplica
Gerenciamento do conteúdo (metadados)	Total	Total	Total
Sistema de autenticação, autorização e controle de acesso	Total	Total	Total
Possibilidade de extensão do serviço com integração de novos componentes	Total	Total	Total
Meios de interação com o usuário	Total	Parcial	Parcial
Suporte a conteúdos	Total	Parcial	Parcial

Tabela 7: Comparativo entre RNPTV e as plataformas de referência.

O serviço proposto foi comparado as duas plataformas de referência, PDCM e SGPD, analisadas do ponto de vista de funcionalidades oferecidas. É importante ressaltar que a PDCM é uma arquitetura de referência e não possui implementação. Já o SGPD é a base para a implementação do portal *ResearchChannel* [30].

De maneira semelhante ao SGPD, o RNPTV oferece: entrega de conteúdo multimídia, gerenciamento de conteúdo (metadados), sistema de autenticação, autorização e controle de acesso, possibilidade de extensão do serviço, meios de interação com o usuário e suporte a conteúdos. No quesito armazenamento massivo de dados, o RNPTV não atende essa funcionalidade, uma vez que partimos da premissa que o serviço integra conteúdo disponível em redes de dados, como a Internet. Fato este constatado na maneira com a qual o RNPTV trata as suas fontes de conteúdo. Enquanto que o SGPD (*Research Channel*) utiliza suas fontes de conteúdo multimídia para alimentar um canal de TV, o RNPTV usa várias fontes, inclusive canais de TV, para a customização e oferecimento de seu conteúdo.

Uma vantagem do RNPTV é oferecer o suporte a criação de grades de programação por qualquer usuário do serviço, que tenha a permissão para tal, característica que não é encontrada nas demais propostas. Essa funcionalidade é importante, sobretudo no âmbito da Web 2.0 [52], isto é na evolução do serviço para a inclusão do suporte colaborativo.

6.2. Trabalhos Futuros

6.2.1. Personalização e Comunidades

A Internet é baseada em modelos que rompem com a linearidade, carregando representações de si mesma e do seu contexto. Este cenário propicia novas soluções de interatividade e possibilita a construção de um ambiente convergente e descentralizado, que possa combinar a abrangência do mundo da televisão com a dinâmica, inovação e

multiplicidade dos serviços encontrados na Internet. Nesse sentido, um trabalho futuro está no entrelaçamento dos serviços oferecidos pela Web 2.0 e os atuais padrões de TV. Um exemplo disso está sendo desenvolvido no contexto do A3TV [53], que consiste em um canal de TV mantido e criado por uma comunidade na Internet, onde o conteúdo produzido é consumido por um grupo de usuários com interesses comuns que podem interagir entre si, e fornecer um *feedback* sobre o conteúdo em tempo real para os produtores e veiculadores da informação.

Ainda, a integração do serviço com conteúdo recebido de canais de TV, inclusive TV Digital, possibilita o oferecimento de vídeos com interatividade. Essa possibilidade pode ser vislumbrada no contexto do OpenGinga [54], implementação de referência do *Middleware* Ginga do padrão brasileiro de TV Digital Interativa. Uma vez que é possível integrar estratégias para empacotar e decodificar as aplicações interativas no fluxo de vídeo transmitido na rede.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **YouTube - Broadcast Yourself.** [Online] Acessado em Maio de 2008. <http://www.youtube.com>.
2. **Google Video.** [Online] Acessado em Maio de 2008. <http://video.google.com>.
3. **Keith, Jack.** *Video Desmystified: A Handbook for the Digital Engineer.* 5a. Edição. s.l. : Elsevier, 2007. p. 920. 978-0-7506-8395-1.
4. **Chiariglione, , Leonardo.** ISO/IEC JTC1/SC29/WG11: MPEG-1 description. [Online] Acessado em maio de 2008. <http://www.chiariglione.org/mpeg/standards/mpeg-1/mpeg-1.htm>.
5. **ISO/IEC JTC1/SC29/WG11.** MPEG-2: Generic coding of moving pictures and associated audio information. [Online] Acessado em Junho de 2008. <http://www.chiariglione.org/mpeg/standards/mpeg-2/mpeg-2.htm>.
6. **Koenen, Rob.** Overview of the MPEG-4 Standard. [Online] Acessado em junho de 2008. <http://www.chiariglione.org/mpeg/standards/mpeg-4/mpeg-4.htm>.
7. *Windows Media Video 9: overview and applications.* **Srinivasan, Sridhar, et al.** 19, s.l. : Elsevier, 2004, Signal Processing: Image Communication.
8. **Batista, Carlos Eduardo Coelho Freire.** TVGrid: Computação em Grid em uma Rede de TV Digital. *Dissertação de Mestrado.* 2008.
9. **Morris, Steven e Smith-Chaigneau, Antony.** *Interactive Television Standards.* Oxford : Elsevier, 2005. 0-240-80666-2.
10. **Lugmayr, Artur, Niiranen, Samuli e Kalli, Seppo.** *Digital interactive TV and metadata: Future broadcast multimedia.* Tampere : Springer, 2004. 0-387-20843-7.
11. **Brown, Alan e Picard, Robert G.** *Digital Terrestrial Television in Europe.* Mahwah : Lawrence Erlbaum Associates, 2005. 0-8058-5387-1.
12. **Vellucci, Sherry L.** Metadata. *Annual Review of Information Science and Technology.* 1998, Vol. 33.
13. **W3C, World Wide Web Consortium.** *HTML 4.0.1 Specification.* [Online] W3C Consortium, Acessado em Maio de 2008. <http://www.w3.org/TR/html4>.
14. **XML.** *Extensible Markup Language (XML).* [Online] W3C Consortium, Acessado em Maio de 2008. <http://www.w3.org/XML>.
15. **ISO/IEC.** *MPEG-7 Overview.* International Organization for Standartization. 2002. JTC1/SC29/WG11 N4980.

16. **Hill, Keith e Bormans, Jan.** MPEG-21 Overview. [Online] Acessado em Maio de 2008. <http://www.chiariglione.org/mpeg/standards/mpeg-21/mpeg-21.htm>.
17. **ISO/IEC 8879.** Information Processing - Text and Office Systems - Standard General Markup Language (SGML). *International Organisation for Standardisation (ISO/IEC)*. 1986.
18. **TV-Anytime Forum.** Specification Series S2 on: Systems Description, Final Specification. *Metadata, Version 1.1, Corrigendum 2*. [Online] Fevereiro de 2003. [Citado em: 2 de Março de 2007.] <http://www.tv-anytime.org>.
19. **Oliveira, Felipe Soares de.** *RNPTV: Serviço de Gerência e Disponibilização de Conteúdo em uma Plataforma IPTV*. Centro Universitário de João Pessoa - UNIPÊ. João Pessoa : s.n., 2007. Relatório de Conclusão de Curso de Graduação.
20. **Coppers, Jan, et al.** Design and Performance of a Self-Organizing Adaptive Content Distribution Network. *IEEE*. 2006.
21. **Zhang, Yiping, Ma, Shilong e Huang, Jun.** A Simple Approach of Improving DNS based CDN Video Sharing System. *ICOIN 2008: The International Conference on Information Networking*. 23 de Janeiro de 2008, pp. 1-5.
22. **Rocha, João, et al.** Peer-to-Peer: Computação Colaborativa na Internet. *Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores*. [Minicurso]. Gramado, RS : SBC Editora, 2004.
23. **Andersen, David, et al.** Resilient Overlay Networks. *SIGOPS Operating Systems Review*. ACM, 2001, Vol. 35, n. 5.
24. **Mushtaq, Mubashar, Ahmed, Toufik e Meddour, Djamel-Eddine.** Adaptive Packet Video Streaming Over P2P Networks. *ACM - INFOSCALE '06: Proceedings of the First International Conference on Scalable Information Systems*. Junho de 2006, Vol. 152.
25. **Cisco Systems.** *Cisco Visual Networking Index – Forecast and Methodology, 2007–2012*. 2008. p. 15.
26. **Ma, H. e Shin, H. G.** Multicast Video-on-Demand Services. *ACM Computer Communication Review*. Janeiro de 2002, Vol. 32, no. 1.
27. **Pinho, L. B., Ishikawa, E. e Amorim, C. L.** Glove: A distributed environment for scalable video-on-demand systems. *International Journal of High Performance Computing Applications*. Maio de 2003, Vol. 17, no. 2.
28. **Sousa Filho, G. F. de, et al.** Uma Arquitetura Hierárquica e Distribuída para um Serviço de Distribuição de Vídeo ao Vivo. *X Simpósio Brasileiro de Sistemas Multimídia e Web (WebMedia) - Salão de Ferramentas*. 2004.

29. **Pavlovski, Christopher J. e Staes-Polet, Quentin.** Digital Media and Entertainment Service Delivery Platform. *MSC'05: First ACM International Workshop on Multimedia Service Composition*. 6 a 11 de Novembro de 2005, pp. 47-54.
30. **Research Channel.** [Online] Acessado em Junho de 2008. <http://www.researchchannel.org>.
31. **DeRoest, Jim.** DigitalWell: Streaming Media Asset Management. *D-Lib Magazine*. 2003, Vol. 9, Número 4.
32. **DigitalWell.** DigitalWell Asset Management System. [Online] Acessado em Junho de 2008. <http://www.digitalwell.org>.
33. **DeRoest, Jim.** Coalition for Networked Information. *Fall 2004 Task Force Meeting*. [Online] 6 de Dezembro de 2004. http://www.cni.org/tfms/2004b.fall/abstracts/presentations/CNI_deroest_DigitalWell.ppt.
34. **Dublin Core.** DMCI: Dublin Core Metadata Initiative. [Online] Acessado em Junho de 2008. <http://www.dublincore.org/documents/dcmi-terms/>.
35. **Martínez, José M.** MPEG-7 Overview. [Online] Acessado em Maio de 2008. <http://www.chiariglione.org/MPEG/standards/mpeg-7/mpeg-7.htm>.
36. **PBCore.** Public Broadcasting Metadata Dictionary Project. [Online] Acessado em Junho de 2008. <http://www.pbcore.org/PBCore/index.html>.
37. **Internet 2 WebISO.** WebISO: Target-Side Integration Models. [Online] Acessado em Junho de 2008. <http://middleware.internet2.edu/webiso/docs/draft-internet2-webiso-target-side-models-01.html>.
38. **Shibboleth System.** A Project of the Internet2 Middleware Initiative. [Online] Acessado em Junho de 2008. <http://shibboleth.internet2.edu/>.
39. **Lagoze, Carl, et al.** OIA-PMH: The Open Archives Initiative Protocol for Metadata Harvesting. [Online] Document Version 2004/10/12T15:31:00Z, Acessado em Junho de 2008. <http://www.openarchives.org/OAI/2.0/openarchivesprotocol.htm>.
40. **Project Liberty Alliance.** [Online] <http://www.libertyproject.org>.
41. **Dias, Carlos Eduardo Silveira, et al.** RNPTV: Um Serviço para Integração e Distribuição de Canais de TV através da Internet. *Brazilian Symposium on Multimedia and the Web - Webmedia*. Gramado/RS : ACM, 2007. Vol. 1, pp. 174-181.
42. **Batista, Carlos Eduardo Coelho Freire, et al.** Big Videos on Small Networks. *In: MSAN - First International Conference on Multimedia Services Access Networks*. Orlando, FL : s.n., 2005. pp. 15-19.

43. **Rede Nacional de Ensino e Pesquisa.** GT TV Digital 2. [Online] Acessado em Novembro de 2008. http://www.rnp.br/pd/gts2006-2007/GT_TV_Digital.html.
44. **PostgreSQL.** The World's Most Advanced Open Source Database. [Online] Acessado em maio de 2008. <http://www.postgresql.org/>.
45. **Hibernate.** Hibernate: Relational Persistence for Java and .NET. [Online] Acessado em junho de 2008. <http://www.hibernate.org/>.
46. **VLC.** VideoLAN Client. [Online] Acessado em Maio de 2008. <http://www.videolan.org/>.
47. **University of Washington.** UWTV Online. [Online] <http://www.uwvtv.org/>.
48. **Radiobrás.** Pelo Direito a Informação. [Online] <http://www.radiobras.gov.br/>.
49. **Motta, Gustavo H. M. B. e Furuie, Sérgio S.** MACA: Uma Ferramenta de Autorização e Controle de Acesso para o Prontuário Eletrônico de Pacientes. *VIII Congresso Brasileiro de Informática em Saúde*. 2002.
50. **Furuie, Sérgio S. e Motta, Gustavo H. M. B.** Um Modelo de Autorização Contextual para o Controle de Acesso Baseado em Papéis. *XX Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores*. Búzios/RJ : Sociedade Brasileira de Computação, 2002. pp. 136-143.
51. **Motta, Gustavo.** MACA: Middleware de Autenticação e Controle de Acesso. *Maca Administrativo - Manual do Usuário*. São Paulo : s.n., Setembro de 2005.
52. **O'Reilly, Tim.** What Is Web 2.0 - Design Patterns and Business Models for the Next Generation of Software. *Communications & Strategies*. No. 1, 2007, p. 17.
53. **Oliveira, Felipe Soares de, Batista, Carlos Eduardo e Souza Filho, Guido Lemos.** A3TV –Anytime, Anywhere and by Anyone TV. *MindTrek Conference*. 7-9 de Outubro de 2008.
54. **OpenGinga.** Implementação de Referência do Middleware Brasileiro de TV Digital. [Online] <http://www.openginga.org>.